

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Posouzení návrhů protipovodňových opatření v obci Troubky

Assessment of food protection proposals in the area of municipality Troubky

Diplomová práce

Autor:

Bc. Markéta Pátková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Thomas, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Markéta Pátková**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102T006 Technologie a hospodaření s vodou
Téma: **Posouzení návrhů protipovodňových opatření v oblasti obce Troubky**
Assessment of flood protection proposals in the area of municipality Troubky

Zásady pro vypracování:

Teoretická část

1. Úvod
2. Hospodaření s vodou v krajině
3. Základy protipovodňových opatření
4. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES
5. Modelování průtoků vody v krajině

Praktická část

6. Posouzení návrhů protipovodňových opatření v oblasti Povodí Moravy – obec Troubky
7. Výběr optimální varianty PPO
8. Shrnutí
9. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

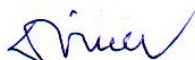
Dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Thomas, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

Celou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§35 odst. 3.)

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jan Thomas, Ph.D. za cenné rady a vstřícní přístup při vedení diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jiří Štěpánek, který mi poskytl informace pro návrh PPO obce Troubky a starostovi obce Troubky. Také bych chtěla poděkovat svým rodičům za podporu při svém studiu.

V Ostravě dne 27.4.2012

Bc. Markéta Pátková

Anotace

Diplomová práce se zabývá protipovodňovým opatřením obce Troubky. V první teoretické části jsme se zaměřila na problematiku komplexního hospodaření s vodou a vysvětlení obsahu důležitých odborných termínů, vztahujících se k problematice povodní. Další část práce pojednává o veškerých typech protipovodňové ochrany před velkou vodou. V praktické části mé práce, jsem se zaměřila na protipovodňové opatření pro obec Troubky, která byla v roce 1997 vystavena záplavám v rozsahu stoleté vody, při kterých došlo k velkým materiálním škodám a ztrátám na životech. Obec Troubky od roku 1997 nemá finální řešení PPO, protože nejsou dořešená majetkoprávní otázka. V současné době PPO obce Troubky zajišťuje pouze hráz kolem řek Bečvy a Malé Bečvy. Cílem diplomové práce je zanalyzovat a vyhodnotit současné návrhy PPO pro obec Troubky a v její poslední části navrhnout vlastní řešení PPO včetně ekonomického vyhodnocení.

Summary

This thesis deals with flood control measures Troubky community. In the first part we focused on the complex issues of water and explained the contents of important technical terms relating to the issue of flooding. The next part deals with all types of flood protection from floods. In the practical part of my work, I focused on flood control measures for the village of Troubky, which was exposed in 1997, flooding in the range of hundred of water, where there was a major material damage and loss of life. Troubky Village since 1997, no final solution of PPO, because they are not resolving the issue of property rights. Currently, the village Troubky PPO provides only around the dam and small rivers Bečva Bečva. The aim of this thesis is to analyze and evaluate the current proposals for the village Troubky PPO and the last part of the PPO to design their own solutions, including economic evaluation.

Seznam použitých zkratk

PPO – protipovodňové opatření

VT – vodní tok

LB – levobřežní hráz

ČSÚ – český statistický úřad

ŽP – životní prostředí

ČHMÚ – český hydrometeorologický ústav

GIS – geografický informační systém

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	1
3	HOSPODAŘENÍ S VODOU V KRAJINĚ.....	2
4	SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2007/60/ES.....	5
5	PROTIPOVODŇOVÉ OPATŘENÍ.....	9
5.1	Typy protipovodňové ochrany.....	9
5.1.1	Opatření organizační.....	9
5.1.2	Ekologické opatření.....	10
5.1.3	Technicko - stavební opatření	10
5.1.3.1	Úpravy vodního toku.....	10
5.1.3.2	Protipovodňové opatření v nezastavěném území.....	11
5.1.3.3	Ochrana urbanizovaného území před velkou vodou.....	12
5.2	Ochrana před povodněmi v Bavorsku – povodňový poldr.....	16
5.3	Riziková analýza v záplavovém území.....	17
5.3.1	Postup při stanovení povodňových poškození.....	17
5.3.2	Metodika hodnocení škod na majetku v území postiženém povodněmi.....	18
6	OBEC TROUBKY.....	20
6.1	Základní charakteristika obce.....	20
6.1.1	Geologické poměry.....	20
6.1.2	Hydrogeologické poměry.....	21
6.1.3	Geomorfologické poměry.....	21
6.1.4	Pedologické poměry.....	22
6.1.5	Hydrologické poměry.....	22
6.1.5.1	Vodní tok.....	22

6.1.5.2	Vodní plochy.....	23
6.1.6	Klimatické poměry.....	23
6.1.7	Biografické poměry.....	24
6.2	Povodně 1997.....	24
7	NÁVRH PROTIPOVODŇOVÉHO OPATŘENÍ OBCE TROUBKY.....	25
7.1	Návrh navýšení terénu v lokalitě Závalí – obce Troubky	26
7.1.1	Současný stav PPO obce.....	27
7.1.2	Dočasné navýšení terénu v lokalitě Závalí.....	28
7.1.3	Vyhodnocení návrhu.....	32
7.2	Návrh PPO obce – povodím Moravy.....	32
7.2.1	Objekty liniové PPO v obci – ohrazování	34
7.2.2	Vyhodnocení návrhu.....	39
7.3	Návrh částečného ohrazení obce Troubky	40
7.3.1	Hráze systémů protipovodňové ochrany	40
7.3.2	Ekonomické vyhodnocení návrhu.....	42
7.3.3	Vyhodnocení návrhu.....	43
8	ZÁVĚR.....	44
9	POUŽITÁ LITERATURA.....	46
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
11	SEZNAM TABULEK	51
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	52

1. ÚVOD

Voda je velmi důležitou a nenahraditelnou složkou životního prostředí a života na zeměkouli, proto je nezbytnou nutností šetrně hospodařit s touto jedinečnou tekutinou. Z tohoto důvodu je potřebné také znát veškeré údaje o vodě v krajině.

Voda může být i nebezpečná a to hlavně při zvýšených stavech ve vodních tocích a při zvýšených hladinách ve vodních nádržích. Jedná se převážně o povodňové stavy, které mají negativní dopad na lidské životy, majetek a životní prostředí. Abychom zabránily, nebo alespoň minimalizovali nebezpečí vzniku povodní, jsou budována protipovodňová opatření v oblastech s pravidelným zaplavováním. Účinná PPO nám může zabránit nekontrolovatelnému rozlití vody do osídlených míst, nebo alespoň minimalizuje rozsah zaplavených oblastí. Protipovodňová opatření jsou velmi finančně náročná, proto jsou budovány v nejpostiženějších oblastech a územích.

Ve své diplomové práci se zabývám návrhy PPO obce Troubky, která je už od minulosti pravidelně ohrožována záplavami. V roce 1997, kdy byla obec zaplavena stoletou vodou a neměla vypracovanou žádnou účinnou PPO, se začali navrhovat různé typy protipovodňových opatření, přičemž ale zatím ani jeden z těchto návrhů nebyl prakticky realizován. Ve své práci se zaměřuji na zhodnocení návrhu PPO vypracovaný obcí a návrhu vypracovaný povodím Moravy. Následně v práci předkládám vlastní návrh PPO včetně ekonomického vyhodnocení. Všechny návrhy mají podobný charakter, kdy se jedná o ohrazení obce protipovodňovými hrázemi.

2. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

1. Hospodaření s vodou v krajině
2. Shrnutí veškerých protipovodňových opatření před záplavami
3. Návrhy PPO pro obec Troubky a jejich vyhodnocení

3. HOSPODAŘENÍ S VODOU V KRAJINĚ

Voda je základní a nenahraditelnou složkou životního prostředí a důležitou součástí existence života na zeměkouli, proto je více než potřebné šetrné hospodaření s vodou v krajině. Při hospodaření s vodou klademe důraz na udržení přírodních podmínek pro život ve vodních a mokřadních ekosystémech a zachování přírodního charakteru vodního toku. Při hospodaření s vodou v jakémkoliv povodí, klademe důraz na odtokové poměry (zrychlení a zpomalení odtoku), infiltrace vod do okolního pozemku, akumulace vody v půdě, průtoky ve vodních tocích atd.

Vodní hospodaření v krajině je soubor činností, jejíž výsledkem je ekologicky optimální řízení vodního hospodářství. Nejdůležitější je provedení průzkumu krajiny, abychom zjistily, jaké vodohospodářské stavby životní prostředí potřebuje. Vodní hospodářství má velmi úzký vztah k zemědělství a lesnímu hospodářství. Zemědělství potřebuje vodu pro zavlažování svých pozemků, aby získalo chybějící vodu do půdy, takže zavlažováním se optimalizuje vláhový režim půdy. Závlahou trvale zvyšujeme stabilitu zemědělských výnosů. Velkým problémem zemědělců je, pokud jsou zemědělské pozemky současně využívány jako rozlivné plochy při povodních. V těchto případech musí být vybudovány na rozlivných plochách odvodňovací kanály. Nadbytek vody (zamokření) se projevuje poškozením a znehodnocením půdy pro růst polních rostlin a lesních dřevin. Zvýšením množství vody na zemědělských pozemcích se vytvoří mokřady, kde se nachází mokřadní rostliny, které zadrží větší množství vody. Mokřady mají ale spíše negativa, kdy vznikají příznivé podmínky např. pro přenášení nemocí. Rovněž zemědělci v těchto oblastech a případech, ztrácejí možnost obhospodařování svých pozemků. Abychom regulovali zvýšené množství vody v půdě, používáme záchytné a odlehčovací kanály, které mají za úkol usměrnit přebytečné množství vody v krajině. Odvodňovací kanály jsou vedeny nejnižším místem odvodňovacího území. [10] [23]



Obr. č. 1 Otevření odvodňovací příkop- Znojmo[41]

Lesní hospodářství má rovněž nezanedbatelný význam při regulaci vody v přírodě, kdy některé lesní porosty se záměrně vysazují kolem vodních toků. Vznikají tak lužní lesy, které slouží k zadržování vody (obr.č.2). Významnou vlastností těchto lesů je skutečnost, že takto zalesněné pozemky se vyznačují vysokou hladinou podzemní vody a jsou vhodné pro rozlití vody při opakovaných záplavových cyklech. Lužní lesy mají vysoký stupeň přirozené infiltrace vody. [10]



Obr .č.2 Lužní lesy (vlastní fotografie)

Důležité je správné hospodaření s vodou i v době povodní. *Povodeň* je přírodní katastrofa, která se projevuje zvýšenou hladinou vodního toku v důsledku náhlého zvětšení průtoku vody (dešťové srážky), nebo zmenšení průtočného koryta řeky (ledová zácpa) a rozlití vod do okolí. Při záplavách korytem toku postupuje *povodňová vlna*, která je charakterizována tvarem, objemem a kulminačním průtokem. Vyvrcholení povodňové vlny je *kulminace*, což je nejvyšší dosažený průtok vody při povodních. Plochy, které jsou pravidelně zaplavovány při povodních, se nazývají *záplavová území* a tato jsou vyznačována na vodohospodářských mapách záplavovou čarou. *Vylití vody* z koryta znamená zvýšení hladiny v toku a zaplavení přilehlého území. Zvýšená hladina vody se

udává v *N-letech*, který vyjadřuje hodnotu kulminačního průtoku, dosaženého nebo překročeného za N-let. *Inundační oblast* je oblast mimo zastavěné území, jedná se o volnou krajinu, např. louky a lužní lesy. [9] [6]

Při povodních se opíráme o povodňové plány, kde se zaznamenávají organizační a technické opatření ke zmírnění nebo odvrácení škod na životech, majetku a životním prostředí při povodních. Povodňové plány jsou navrženy pro konkrétní území obce, které vypracovávají správci vodních toků. Povodňový plán stanovuje tři stupně povodňové aktivity:

1. *stupeň (stav bdělosti)* - odpovídá dosažení určitého stavu při tání sněhu a vydatných dešťových srážek.
2. *stupeň (stav pohotovosti)* - vzniká při povodních dosahujících určitého stavu při přechodném vzestupu hladiny, kdy dochází k vylití vody z koryta.
3. *stupeň (stav ohrožení)* - nastává při dosažení určitého stavu, při bezprostředním ohrožení majetku a životů. [10]

Vodní toky a nádrže mají on-line monitoring *průtoků*. Průtok Q_i je množství vody v $[m^3]$ protečené v průtočném profilu koryta za jednotku času $[s]$, kdy index „i“ u symbolu Q udává hodnotu N-leté vody (1, 20, 100, atd.). [9] On-line monitoring je pro veřejnost k dispozici na stránkách jednotlivých povodí, kde jsou uvedeny informace o stavu průtoků ve vodních tocích. Na těchto stránkách můžeme zjistit stupeň povodňové aktivity a množství vody protečené korytem za časovou jednotku. Pro svou diplomovou práci jsem použila monitorovací stanice na řece Bečvě v Teplicích nad Bečvou a v Dluhonicích. Důležité hodnoty průtoků vody, jsou zaznamenány v tabulce č. 1

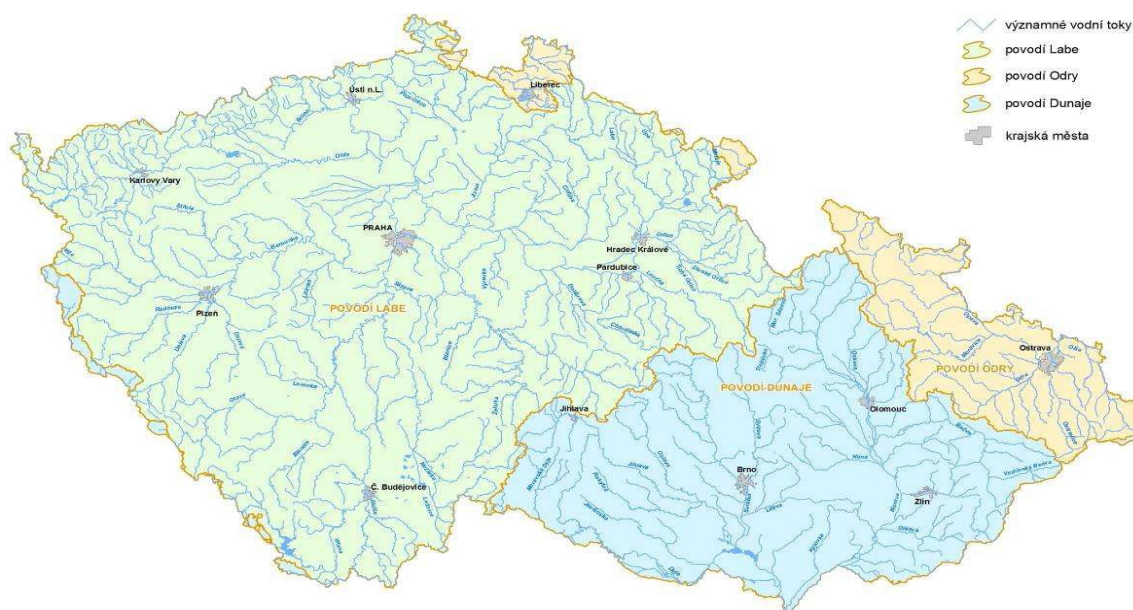
	N-let m^3/s					
Monitorovací stanice	Q_1	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
Bečva – Teplice	219	452	555	659	799	908
Bečva – Dluhonice	239	466	564	662	792	892

Tab. č.1 Průtoky N-let na řece Bečvě [27]

4. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2007/60/ES O VYHODNOCOVÁNÍ A ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK

Účelem této směrnice, která nabyla platnosti dne 23. října 2007, je vyhodnocování a zvládání povodňových rizik, s cílem snížit nepříznivé účinky na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost v rámci celého povodí. Směrnice o zvládání povodňových rizik 2007/60/ES slouží ke zpracování map povodňového nebezpečí, map povodňových rizik a jejich vyhodnocení. [5]

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik byla v ČR plně převedena do národní legislativy novelou vodního zákona a vyhláškou o plánech povodí a o plánech pro zvládání povodňových rizik. Pro zavádění Směrnice (implementaci) byly zvoleny mezinárodní oblasti povodí Labe, Odry, Dunaje na území ČR (obr. č. 3). Za implementaci Směrnice je zodpovědné Ministerstvo ŽP a Ministerstvo zemědělství. Pro implementaci Směrnice byla ustanovena Povodňová komise, která se skládá z různých členů (zástupci ministerstev, správci povodí, český hydrometeorologický ústav a další). [33]



Obr. č. 3 Hranice mezinárodních povodí Dunaje, Odry a Labe v České republice[33]

Postupy a metodika předběžného vyhodnocování povodňových rizik a vymezení oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem je navržena tak, aby byly snadno zopakovatelné a datové výstupy byly ve stejné kvalitě a rozsahu. Povodňová rizika byla vyhodnocena v souladu s požadavky Směrnice pro celé území v ČR stejným přístupem za využití prostředků prostorové analýzy GIS. Základem GIS jsou informace a standardní databáze v ČR (zprávy o minulých povodních, hydrologické charaktery návrhových povodní, vymezení a stanovení záplavového území, data ČSÚ atd.)

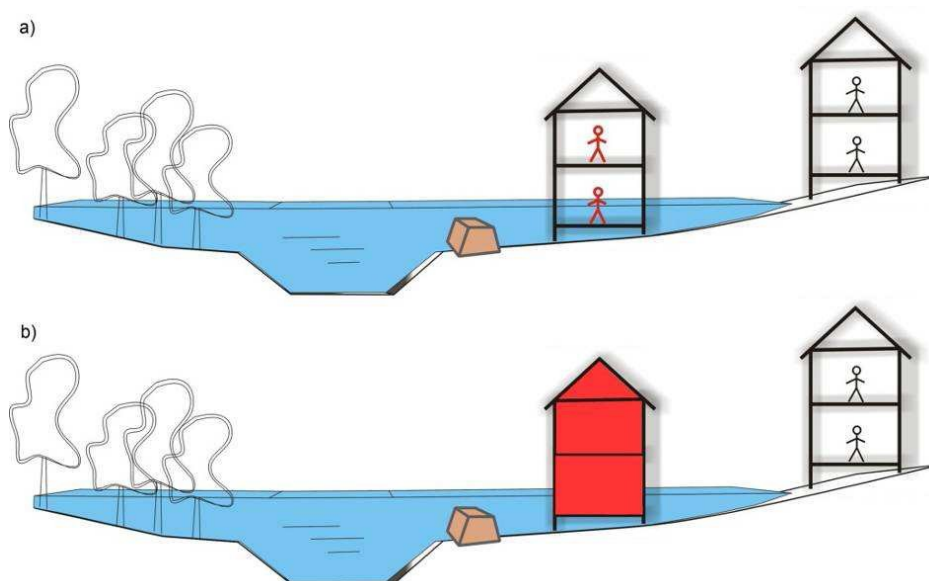
Vzhledem k hydrologickému a geomorfologickému charakteru území v mezinárodním povodí, je obyvatelstvo postiženo přírodními říčními povodněmi v důsledku rozvodnění VT. Ty mohou být způsobené regionálními srážky, lokálním přívalovým deštěm, táním sněhu nebo doprovodnými jevy (protržení hráze, ledová zácpa apod.) Zohledňujeme primární rizika říčních povodní, na které je navázáno vymezení oblasti s významným povodňovým rizikem. Pro vyhodnocování rizik přívalových povodní mimo říční síť je vytvořen Metodický návod pro identifikaci kritických bodů.

Hodnocení minulých povodní je založeno na informacích, které jsou o těchto povodních dostupné. Zpráva o povodních zpracovává povodňový orgán obcí, správci VT a správci povodí. Evidenci vyhodnocení povodní zajišťují správci povodí. Kritéria pro jednotlivé typy povodňových situací, jsou uvedena v tabulce č. 2 [31] [33]

Typ povodně	Kritérium
Říční povodeň	<ul style="list-style-type: none"> • Dosah minimálně stoleté vody Q_{100} • Pozorována v min. třech měrných profilech na VT • Postihla území větší než 2000 km²
Přívalová povodeň	<ul style="list-style-type: none"> • Vyžádala si 3 lidské životy a škody na majetku přesahují 250 mil. Kč.
Havárie na vodním díle nebo vodohospodářské infrastruktuře	<ul style="list-style-type: none"> • Pokud vznikla v době mimo přirozenou povodeň a vyžádala si 3 lidské oběti • Pokud vznikla v důsledku přirozené povodně, došlo k navýšení opakování povodně níže po toku na min 500 let a současně si vyžádala 3 lidské oběti.
Další typy povodní	<ul style="list-style-type: none"> • Škody přesáhly 250 mil. Kč

Tab. č.2 Kritéria jednotlivých povodňových situací [33]

Pro vyhodnocení možných nepříznivých účinků budoucích povodní, bylo využito hydrologických charakteristik návrhových povodní, se zvolenou pravděpodobností výskytu, konkrétně jejich kulminačních průtoků. U budoucích povodní lze očekávat možné změny jejich výskytu a velikosti v důsledků dalších změn (změny klimatické, změny využití území v povodí, změny přirozených záplavových území a realizace PPO). Nebezpečí povodní je vyjádřeno charakteristikami návrhových povodní s dobou opakování 5, 20 a 100 (Q_5 , Q_{20} , Q_{100}), které zpracovává ČHMÚ. Pro tyto teoretické povodně správci povodí vymezují hranice záplavových území. Pro stanovení možných nepříznivých účinků budoucích povodní, byla zvolena klasifikace míry povodňového ohrožení pomocí počtu trvale bydlících osob a hodnot majetku dotčeného povodněmi v záplavovém území (obr.č.4). [32] [33]

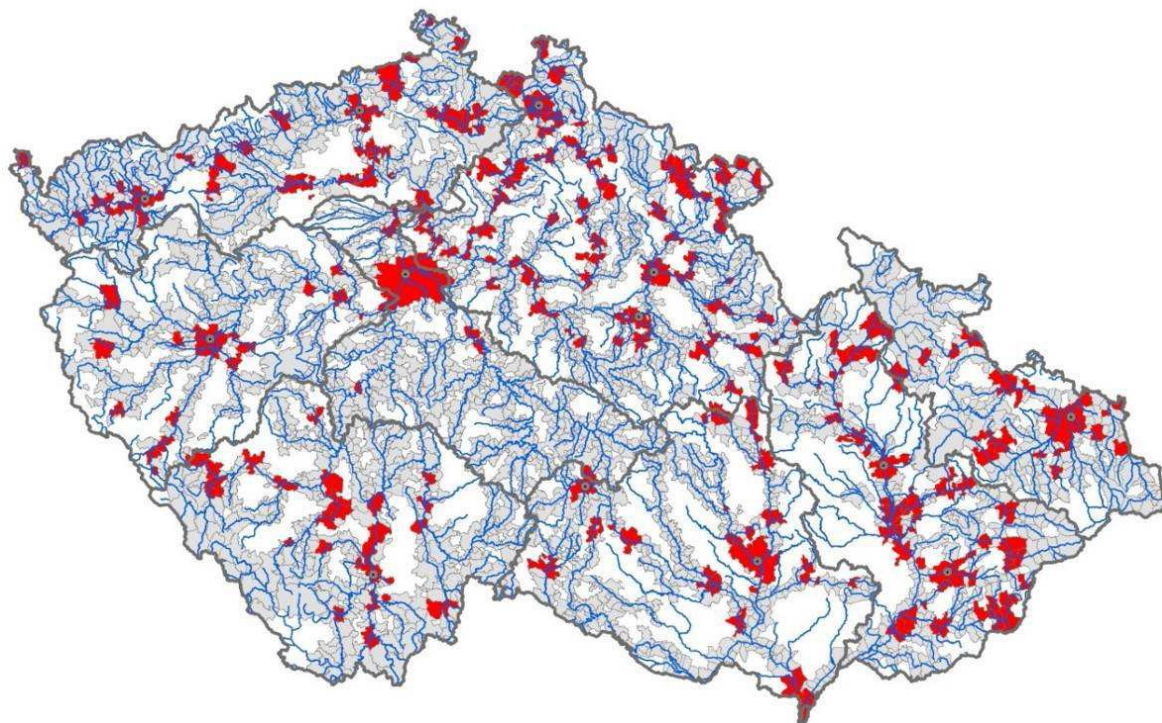


Obr. č. 4 Definice pojmů: trvale bydlící osoby dotčené povodňovým nebezpečím (a) a majetek dotčený povodňovým nebezpečím (b) (vyznačeno červeně) [33]

Vymezení oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem se provádí pomocí map povodňového nebezpečí a rizik a pomocí plánů pro zvládnutí povodňových rizik z pohledu říčních povodní. Metodika vymezení rizikových oblastí je postavena na možných nepříznivých účincích budoucích povodní, kdy hlavním kritériem je počet trvale žijících osob a hodnota majetku dotčena teoretickou povodní s pravděpodobností výskytu 5, 20 a 100 let pro katastrální území jednotlivých obcí. [32]

Pro výběr oblastí s potencionálně významným povodňovým rizikem byla, v souladu se zvolenými hledisky povodňového ohrožení, pro každou hodnocenou obec použita dvě základní kritéria (obrázek 5):

- 25 a více obyvatel obce dotčených povodňovým nebezpečím za rok
- 70 a více mil. Kč hodnoty majetku dotčeného povodňovým nebezpečím za rok.



Obr.č.5 Identifikace území s významným povodňovým rizikem na základě kombinovaného kritéria 25 a více obyvatel anebo 70 a více mil. Kč hodnoty majetku dotčené povodňovým nebezpečím za rok (označené červeně - celkem 308 katastrů obcí) [33]

Navržené oblasti byly definovány jako úseky vodních toků, pro které bude provedeno mapování povodňového rizika v územním rozsahu rozlivů teoretických povodní s dobou opakování 500 let. [33]

5. PROTIPOVODŇOVÉ OPATŘENÍ

Protipovodňové opatření slouží k minimalizaci povodňových škod. Jeho smyslem je při vysokém vodním stavu vodu akumulovat mimo oblast lidských sídel (poldry), nebo ze zastavěných oblastí odvést vodu v co možná nejkratší době (odvodňovací kanály).

Protipovodňové opatření lidstvo provádí už od minulosti, ale zatím ne ve větším rozsahu. Prvními kroky byly úpravy říčního koryta, které vedly ke snížení povrchového odtoku a jeho transformování na podzemní odtok, čímž se zlepšila retenční kapacita území. Později se začaly provádět vodohospodářské stavby, sloužící k ochraně před velkou vodou. Jednalo se o hráže, nádrže, poldry, lužní lesy, odvodňovací kanály a mobilní hrazení. Většina obcí v ČR se nachází v údolní nivě, proto je nutné provést výstavbu protipovodňových zábran. V úsecích, kde řeka protéká městem, se zvyšuje kapacita a stabilizace koryta stavebními úpravami (břehy a dno). V nezastavěném území dochází k obnově přirozeného rázu vodního toku (meandrování) a výstavbě nádrží, sloužících k zadržení vody a návratu k lužním lesům. [1] [2] [9] [14]

5.1 Typy protipovodňového opatření

5.1.1 Opatření organizační (územně regionální)

Organizační opatření se opírá o územní plánování, podílející se na využití sledovaného území ohroženého povodněmi.

Podkladem územně organizačních opatření je vymezení inundačního území, produkčních ploch, ve městech vyhrazení území bez rizika ohrožení před povodněmi a území dočasně či trvale chráněného před velkou vodou. Nejúčinnějším organizačním opatřením je zabránění situování nových staveb do inundačních území nebo chráněných oblastí. Velkým problémem jsou stavby již situované v inundačním území, kdy jejich vymístění je z ekonomického hlediska nereálné. Do nestrukturálního opatření jsou zahrnuty varovné a předpovědní systémy, systémy operativního řízení a systémy povodňové a záchranné služby. Dalším opatřením je vymezení a rozšíření záplavového území a území samovolného rozlivu povodňové vody. [9]

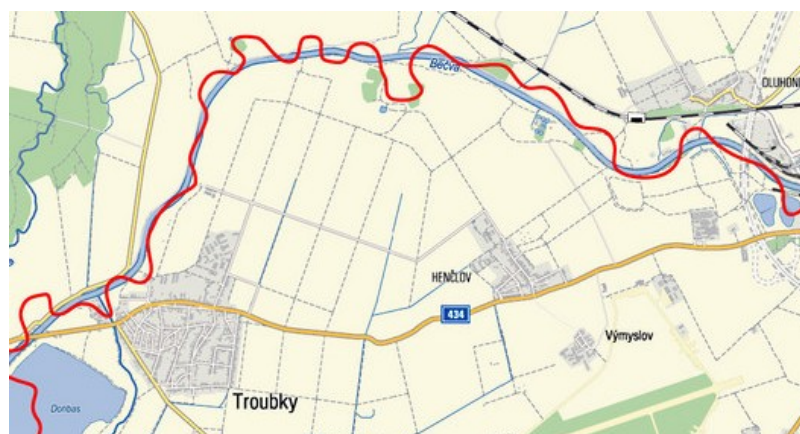
5.1.2 Ekologické (biologické) PPO

Jeho cílem je zvýšení retenčních a infiltračních schopností krajiny. Zvýšíme-li retenční schopnost území, tak zpomalíme odtok vody a současně zvýšíme schopnost zadržení vody v krajině. Jedná se převážně o biotechnická a lesnicko-technická opatření v extravilánu, kde se jedná o přeměnu orné půdy na lesní a luční porosty, lužní lesy a mokřady. U tohoto opatření se protipovodňový efekt objeví až v pozdější době (cca 10 let) a je velmi finančně a organizačně náročné. Důležité jsou také protierozní opatření, která jsou řešena pomocí záchytných a vsakovacích průlehlů. [9] [22]

5.1.3 Technicko-stavební opatření

5.1.3.1 Úpravy vodního toku

Jsou jedním z prvních opatření, kterými docílíme dostatečné zkapacitnění koryta a vhodného průtočného profilu a podélného sklonu. Hlavním úkolem úpravy VT je protipovodňová ochrana pozemku, úprava odtokových poměrů, stabilizace břehu a dna, úprava hladiny podzemní vody v přilehlém území a další. Úprava toku se neprovádí jen v korytě, ale i jeho přilehlého území. Vodní toky se v extravilánu nejčastěji vracejí do původní trasy koryta, čímž vytváří meandry (obr. č. 6) a také zachovávají původní břehové porosty. V intravilánu je vodní tok označován jako urbanizační prvek. Trasa vodního toku ve městech je napřimována, přičemž současně musí esteticky zapadnout do struktury města. Důležitými prvky úpravy koryta VT je opevnění břehů a dna pomocí přírodních materiálů nebo pomocí betonových panelů. Nezanedbatelná je také výstavba objektů na vodním toku, které slouží ke zpomalení průtoku vody pomocí stupňů, skluzu a přepážek[9].



Obr.č.6 Revitalizace řeky Bečvy kolem obce Troubky (červená čára - původní tok a modrá čára - současná trasa Bečvy) [40]

5.1.3.2 Protipovodňové opatření v nezastavěných územích

Dalším opatřením v inundačních oblastech je výstavba vodohospodářských staveb, sloužících k protipovodňové ochraně v těchto oblastech. Jedná se o výstavbu ochranných a suchých nadržů (poldry).

a) Poldr (sucha nádrž)

Je vodní dílo sloužící k protipovodňové ochraně. Dochází zde k akumulaci vody při povodních a transformaci povodňové vlny, čímž se minimalizují škody při povodních. Poldry dále slouží k obnově přirozeného koryta s podporou rozlivu do neosídlených oblastí. V poldru se rovněž sedimentují erodované částice. Hladina vody uvnitř poldru je níže, než hladina vně, ale pokud vnitřní hladina poklesne níže než okolní vodstvo, je třeba za pomoci pump odčerpávat poldr. [31] [37]

Výhodou poldrů je estetické zapadnutí do krajiny, dále jejich jednoduchý provoz a nízké investiční náklady na výstavbu. Jejich nevýhodou je velký zábor pozemku.

Typy poldru:

1. *Suchý poldr* – je prostor určený pouze pro zachycování vody při povodních, jinak v suchém období je využíván pro zemědělství, nebo je trvale zatravněn (obr. č. 7).

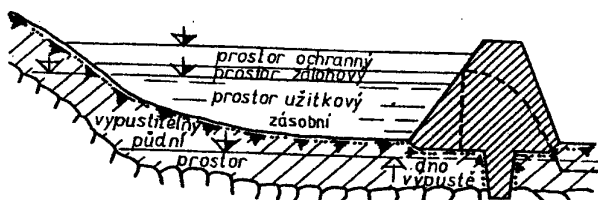


Obr.č.7 Suchý poldr [31] [39]

2. *Polosuchý poldr* - částečně zadržuje vodu. Zatopená plocha poldru může mimo povodňových stavů využívaná jako tuně či mokřady.
3. *Říční poldr* - leží v blízkosti řeky. Hladina řeky je pod úrovní poldru, vystoupá-li hladina řeky nad úroveň poldru, je nutné vodu odčerpávat. [31] [37]

b) Ochranná nádrž

Jde o uměle vybudovanou vodní nádrž, zajišťující ochranu níže položeného území. Nádrž zadržuje větší množství vody, proto je využívána pro různé účely (ochranou, zásobní atd.). Ochranná nádrž transformuje povodňovou vlnu (transformuje objem protečené vody nižšími průtoky v nádrži za delší časový úsek). Ochranná nádrž (obr. č. 8) má ochranný prostor, kde se zachycuje povodňový průtok, čímž je dosaženo snížení kulminace povodňového průtoku. Každá nádrž, musí mít vypustní zařízení (stavidlo atd.). [10]



Obr. 8 Rozdělení prostoru ochranné nádrže [12]

5.1.3.3 Ochrana urbanizovaného území před povodněmi

a) Protipovodňové valy

Ochranné valy zajišťují ostrovní nebo poloostrovní ochranu zastavěného území od záplavového území. Jedná se o zvýšení terénu kolem celého vodního toku nebo kolem objektu. Výstavba valů se provádí v místech se silnějším proudem vody, ve městech se budují betonové nebo zemní valy (směs zeminy a štěrků). Zemní valy se stavějí do výšky 2,5 m ve sklonu svahu návodního líce 1:2,5 a vzdušného líce 1:2. Všechny strany valu jsou ohumusovány a později zatravňovány mimo stabilizační část (obr. č. 9)

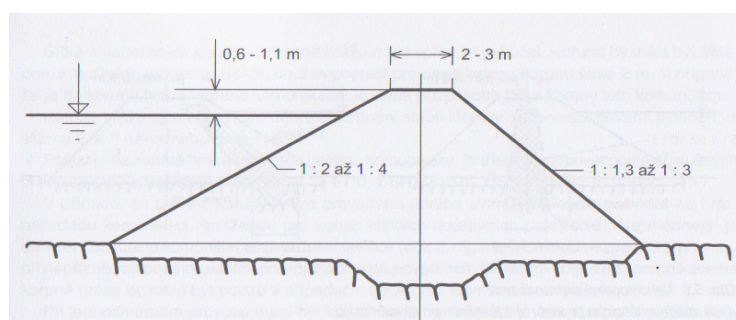
Nevýhodou ochranných valů je nedokonalé utěsnění, proto v důsledku extrémního proudění vody může dojít k protékání vody prasklinami. Další jejich nevýhodou je cenově drahá výstavba. Mezi výhody ochranných valů patří snadný provoz. [30] [37]



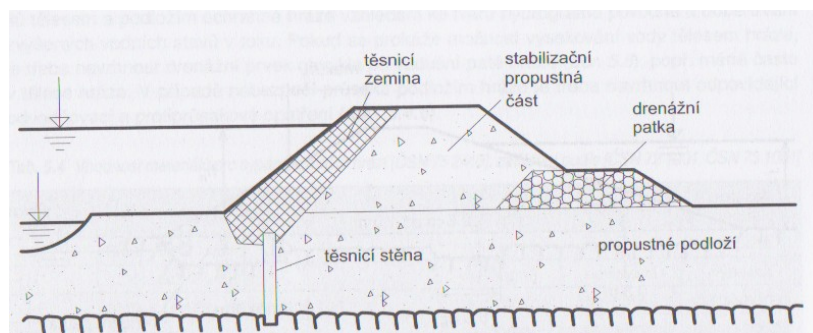
Obr.č.9 Protipovodňový zemní val[30]

b) Ochranná hráz

Ochranné hráze zamezují vniknutí povrchové vody do zájmové oblasti. Jsou stavěny podél vodních toků, zajišťujících ochranu pozemků před velkou vodou a brání rozlivu vody z vodního toku do okolí. Těleso hráze je budováno z homogenního materiálu, jedná se tak o homogenní hráz – obr. č. 10. Pokud dochází k vysakování vody, musíme navrhnout drenáž při vzdušné patě hráze, čímž vzniká nehomogenní hráz - obr. č. 11. Hráze jsou stavěny na Q_{100} do výšky 3 m, kdy v koruně je hráz široká 2 m. Svahy jsou stavěny pod sklem 1:2 a mírnějším. [8] [14] [19]



Obr.č.10 Příčný řez homogenní hráz [8]



Obr. č. 11 Příčný řez nehomogenní hráz [8]

c) Ohrazování obce

Je vytvořeno okružovou linií hráze kolem obce, která má za úkol chránit obec před velkou vodou ze všech stran. V zúžených prostorech je ochrana obce zajišťována pomocí mobilních hrazení. Hrázový systém se nejčastěji napojuje na trvale vybudovanou protipovodňovou ochranou obce. Hráze jsou stavěny co nejdále od vodního toku směrem k obci a musí splňovat určité parametry (sklon 1:2-1:2,5, šířka koruny hráze 2,5-4 m a výška nejčastěji na Q_{100}). Po dostavbě se provede ověření stability hráze a její monitoring.

Každá hráz by měla obsahovat odvodňovací systém pro odvedení vody z uzavřeného místa. [8] [10]

d) Improvizované mobilní hráze a kovové zábrany

Improvizované mobilní hráze jsou bariéry z pytlů plněných pískem. V zastavěných oblastech se začaly používat i mobilní protipovodňové zábrany, které se využívají v případech, kdy obec není dostatečně chráněna před velkou vodou jiným PPO. [2] [37,]

Typy improvizované PPO:

1. *Protipovodňový pryžový vak* - je gumový nafukovací pás naplněný vodou, při povodních se pokládá do ochranné linie před objekty (obr. č. 12).



Obr. č. 12 Pryžové protipovodňové vaky[43]

2. *Desky z lehkých slitin hliníku* – umísťují se mezi upevněné sloupky a ukotvují se na předem připravené drážky na protipovodňových zídkách
3. *Protipovodňová stěna* - je vedena podél komunikací a lze ji umístit i na jiná strategická místa.

e) Mobilní hrazení

Toto opatření se využívá v oblastech, kde vznikají povodně v důsledku regionálních srážek a tání sněhu. Mobilním hrazením lze vytvořit libovolně dlouhou svislou stěnu, sloužící k zadržení povodňové vlny. Je tvořena trvale vybudovanými základy a vlastním mobilním hrazením. Základem hrazení je výstavba podzemních stěn, které chrání území proti spodní vodě, jedná se o trvale osazený objekt. V případě předpovědi povodní, se

stavějí tyto mobilního hrazení na trvale osázené objekty a mají za úkol zabránit přítoku velké vody do měst (Obr.č.13). [2] [37] [42]



Obr.č.13 Mobilní hrazení ve městech [42]

1. Trvale (pevně) osázené díly

Pevné části hrazení jsou vystavěny z prvotřídního materiálu, během let nepotřebují žádnou údržbu. Velkou výhodou mobilního hrazení je jeho maximální těsnost a spolehlivost, kdy pevné části hrazení jsou téměř neviditelné.

- *Boční vedení* - slouží k napojení mobilního hrazení na trvalé stavby a zídky. Staví se z nerezového materiálu, který se betonováním upevňuje do dostatečně ukotvených objektů.
- *Dosedací práh* - je z nerezové oceli nebo z betonu, má dlouhodobou životnost. Osazuje se mezi boční vedení, nebo s kotevními deskami vytváří dosedací rovinu pro těsnění spodního hradidla. Při nerovnostech používáme prahové těsnění.
- *Kotevní deska* - slouží pro přichycení svislého sloupku (slupice). Rozměry kotevní desky jsou závislé na výšce hladiny vody, rozteči slupic a předepsaném zatížení.

2. Mobilní díly

Jejich montáž je velmi jednoduchá a rychlá, může ji provádět i nevyškolený pracovník, nevyžaduje žádnou mechanizaci. Mobilní díly lze snadno uskladnit, při uskladnění není potřebná žádná údržba, pouze vizuální kontrola.

- *Slupice* – jsou z nerezové oceli svařované do tvaru H, zasouvají se do hradidla. K pevným kotevním deskám se upevňují pomocí šroubů. Snadno se dimenzují pro různé výšky hrazení a zatížení. Ve svislém směru mají profilové těsnění.

- *Podpěry* - jsou vyráběny z ocele. Zlepšují stabilitu slupice a rozšiřují použitelnost hrazení i pro vyšší PPO stěny. Ke slupicím jsou připevněny pomocí čepů.
- *Hradidla* - jsou vodorovné prvky, které se vkládají mezi boční vedení či slupice. Jsou vyrobené z hliníkového profilu, čímž dosahují nízkou hmotnost. Hradidla bývají skladována ve svazcích a slupice ve skladovacích paletách.
- *Stahovací zařízení* - se upíná do kapsiček v dosedacím prahu, nebo přímo na slupice či boční vedení. Účelem zařízení je vertikální zajištění hradidel. [37] [42]

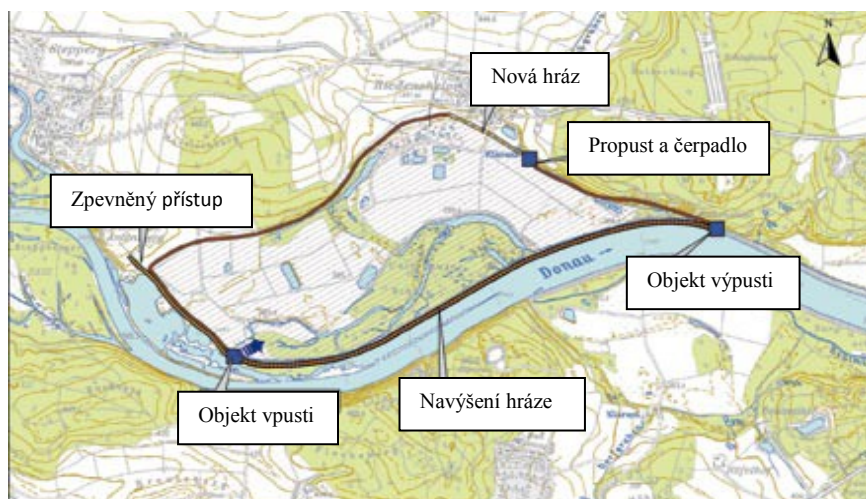
5.2 Ochrana před povodněmi v Bavorsku – povodňový poldr

Povodňový poldr je plocha, která je při povodních úmyslně zaplavovaná. Od okolí je tato plocha obestavena hrázi, aby zabránila zaplavení dalších oblastí (město). Důležité pro výstavbu poldrů je, že se v jejich blízkosti nachází hráz, na kterou se napojí nově vystavěná hráz a vznikne tak kapsovitý útvar – povodňový poldr (obr.č.15). V hrázi poblíž řeky se buduje vpust. Plochy poldru budou zaplavovány až krátce před dosažením kulminace. [4]

Takovým poldrem v Bavorsku je nově budovaný poldr Riedensheim, nacházející se u řeky Dunaje v okrese Neuburg (obr.č.14). Jeho plocha je 220 ha a objem retence je 8,3 mil m³. Poldr vznikne spojením stávající hráze a nové vystavěné hráze, čímž se vytvoří dostatečný prostor pro rozliv. Součástí prostoru budou i odvodňovací kanály, které po povodních odvádějí vodu do Dunaje. [4]



Obr.č.14 Oblast výstavby poldru Riedensheim, [4]



Obr. č. 15 Objekty poldru Riedensheim, [4]

5.3 Riziková analýza v záplavovém území

5.3.1 Postup při stanovení povodňových poškození

Rozhodující vliv na poškození stavebního objektu jsou vyjádřeny třemi základními faktory, jedná se o hloubku vody (faktor A), dobu zaplavení (faktor B) a vliv únosnosti podloží (faktor C). Jejich kombinace byla využita při stanovení procentní míry potenciálního povodňového poškození. Jednotlivé faktory A až C se vyznačují rychlostí vody do 1 m/s, pro každý typový objekt je stanoven objemový podíl jednotlivých konstrukčních prvků. Pro kombinaci uvedených faktorů byly odhadem stanoveny míry poškození jednotlivých konstrukčních prvků, kde z nich je odvozena celková míra poškození jednotlivých objektů. V tabulce č. 3 až 4 jsou uvedeny příklady výstupu míry poškození typových objektů, č. 5 – rodinný domek volně stojící v zahradách a, vilky. [11]

	B1	B2	B3
A1	4	14	25
A2	26	41	71
A3	43	63	94

Tab. č.3 Míra poškození typového objektu [%] – C1 - únosného podloží[11]

	B1	B2	B3
A1	6	19	32
A2	31	48	80
A3	50	76	100

Tab. č.4 Míra poškození typového objektu [%] – C2 - neúnosného podloží[11]

Poz. A – hloubka vody (A1 – do 5 m; A2 – do 3 m; A3- nad 3 m)

B – doba zaplavení (B1 – do 1 dne; B2- 2 až 7 dní; B3 – více než 7 dní)

5.3.2 Metodika hodnocení škod na majetku v území postiženém povodněmi

Hlavním cílem metodiky je rychlý a přiléhavý odhad výše škody, který je potřebný pro získání finančních prostředků na odstranění škod nebo pro potřeby rozhodování o PPO na úrovni veřejné správy. [7]

1. Stanovení škod na majetku v postiženém území se opírá o:

- zjištění hodnoty majetku v území
 - stanovení reprezentantů majetku v území je udáváno klasifikací stavebních objektů a s klasifikací stavebních děl.
 - ocenění reprezentantů majetku
 - stanovení kategorie využití území
 - stanovení reprezentantů území provádíme na základě počtu reprezentantů majetku v jednotlivých kategoriích území na plošnou jednotku.
- vyčíslení škod na majetcích v území po povodních
 - stanovení poškození reprezentantů majetku
 - stanovení výše škody na reprezentantu území v reprodukční ceně
 - stanovení výše škody ve sledovaném území v reprodukční ceně
 - výpočet míry poškození reprezentantu území v % (tab.č.5) [11]

Reprezentant území kategorie území A – Plochy obytné				
Popis reprezentanta majetku			Míry poškození	
Katastr nemovitostí	Reprezentant majetku	Plocha [km ²]	Míra poškození reprezentanta majetku	Míra poškození reprezentanta v území
pozemek	ostatní	0,706	0,01	0,00706
zastavěná plocha a nádvoří	rodinný dům	0,035	0,04	0,00140
	garáž	0,004	0,04	0,00016
	bytový dům	0,156	0,04	0,00624
	stavba občanského vybavení	0,029	0,04	0,00116
	stavba technického vybavení	0,013	0,03	0,00039
	jíná stavba	0,001	0,03	0,00030
komunikace	komunikace	0,056	0,01	0,00056
celkem	celkem	1		0,01727

Tab.č.5 Příklad výpočtu míry poškození[11]

2. Analýza nákladů a užiteků

Metodika je vhodná pro ekonomické posouzení efektivnosti PPO. Jedná se o porovnání výše povodňových škod a nákladů na PPO, jejich opravy a údržbu.

Efektivnost opatření se vyhodnotí na základě poměru rozdílu potenciálních ročních škod před uvedením PPO do provozu a škod po uvedení PPO do provozu a investiční náklady na PPO. [11]

$EF > 1$ náklady vynaložené na odstranění škod převyšují náklady na realizaci PPO

$EF < 1$ náklady vynaložené na odstranění škod jsou nižší než náklady na výstavbu PPO

$EF = 1$ náklady vynaložené na odstranění škod jsou rovné s náklady na výstavbu PPO.

3. Škody na lesních a zemědělských pozemcích – rostlinná produkce

Pro míru poškození zemědělských pozemků jako důsledku zaplavení je rozhodující doba zaplavení porostu a odolnost rostlin proti tomuto jevu. Poškození porostu je dobře pozorovatelné, protože se projevuje snížením růstu nadzemních částí rostlin a snížením výnosů (tab.č.6). Velikost poškození porostu závisí na druhů rostlin. [11]

plodina	obilniny	kukuřice	řepka	slunečnice	přadný len	brambory	cukrovka
měsíc	škoda pro plodinu (% nákladů na pěstování plodiny)						
1	15	15	50	20	15	20	15
2	15	15	50	20	15	20	15
3	35	15	60	20	15	20	15
4	50	40	65	40	40	40	30
5	80	50	90	55	50	60	30
6	80	70	90	70	80	60	50
7	80	80	10	80	80	80	70
8	5	80	50	80	80	80	80
9	5	80	50	80	80	80	80
10	15	80	50	80	15	20	15
11	15	15	50	10	15	20	15
12	15	15	50	10	15	20	15

Tab.č.6 Škody na vybraných zemědělských plodinách vlivem zaplavení[11]

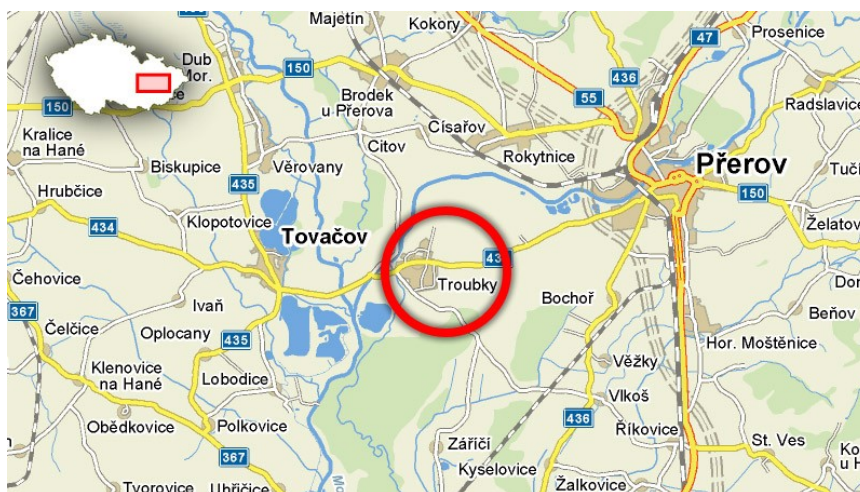
4. Škody na přírodě a krajině

Při extrémních povodních jsou zasažené oblasti postižené vyplavováním nebezpečných látek. Například u čistíren odpadních vod dochází k vyplavování kalu, u skládek k odplavování tuhého komunálního odpadu, v areálech chemického průmyslu k rozpouštění chemických látek, v zemědělství k výplachu hnojiv z polí apod. Nebezpečné látky jsou: ropné látky, dioxidy, dusičnany, fekální bakterie, rtuť atd. [11]

6. OBEC TROUBKY

6.1 Základní charakteristika obce

Obec Troubky leží asi 8 km jihozápadně od města Přerov s 2043 obyvateli, rozkládá se v rovinné nivě Bečvy asi 1 km od soutoku s řekou Moravou. Obec Troubky je situována v nadmořské výšce 199 - 201 m.n. m. [25] [37]

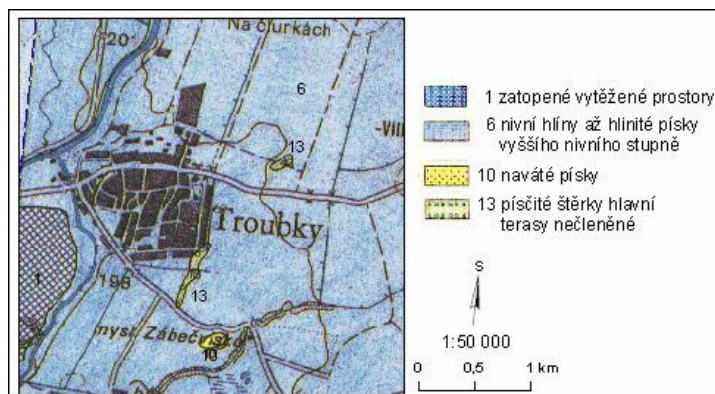


Obr.č.16 Obec Troubky [35]

6.1.1 Geologické poměry

Obec se nachází v podloží českého masivu a západních Karpat. Jde o oblast Hornomoravského úvalu a středomoravské nivy.

Jsou zde předkvartérní podloží, která tvoří sedimenty neogenního staří severního výběžku Vídeňské pánve. Vyznačuje se komplexem písčitých slínů a písků, vápenných jíílů a štěrků. Kvartérní souvrství reprezentuje různé typy zeminy fluvialní, eolické a antropogenní. Eolitické sedimenty (sprašce a sprašcove hlíny) jsou rozšířené v nadloží povodňových zemin. Jde o hnědou půdu se střední zrnitostí, ale s velmi malou mocností. Fluvialní sedimenty vznikají transportní a denudační činností vodočtu v soutokové oblasti Moravy a Bečvy. Soudržné fluvialní zeminy jsou hlinité a jemnozrně písčité s mocností 3,6 – 0,5 m. Antropogenní sedimenty vznikají lidskou činností při těžbě. (obr č. 17) [17] [34]



Obr. č. 17 Geologická stavba obce Troubky a okolí [34]

6.1.2 Hydrogeologické poměry

Úroveň hladiny podzemní vody je 3,3–5,25 m pod terénem na kótách 196,6 – 197,55 m.n.m. Hydrogeologický jednokolektor je tvořen propustnými písky, na kterých je navázána zvědeň. Hladina podzemní vody je během roku volná nebo mírně napjatá. Krycí ochranná vrstva povodňových hlín je slabě propustná až nepropustná, účinek je snížen malou mocností. Sklon podzemní vody je 1 – 2 % směřující směrem k JZ šikmo k řece Moravě.

6.1.3 Geomorfologické poměry

Provincie	Soustava	Podsoustava	Celek	Podcelek
Západní Karpaty	Vněkarpatské sníženiny	Západní vněkarpatské sníženiny	Hornomoravský úval	Středomoravská niva

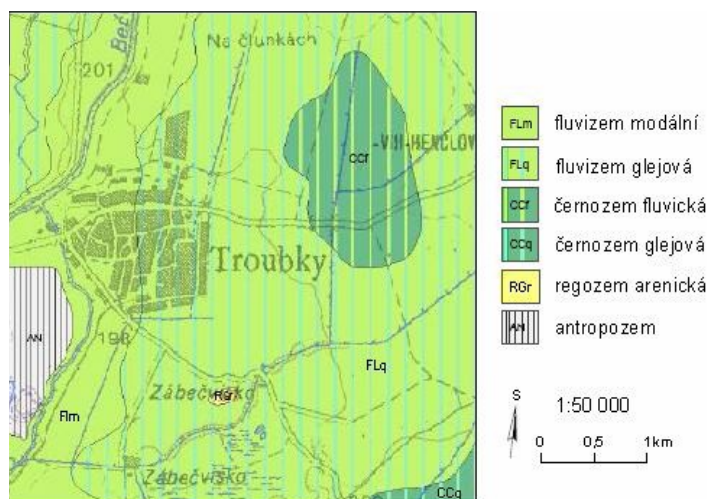
Tab.č.7 Geomorfologická jednotka území Troubky [15]

Hornomoravský úval je protáhla sníženina s úrodnou půdou střední nadmořské výšky, se středním sklonem. Sníženinu vyplňuje neogenní a kvartérní sedimenty.

Středomoravská niva je náplavová rovina, jde o lokalitu řeky Moravy a dolní Bečvy. Obec Troubky neleží ve velkých rozdílných nadmořských výškách. Součástí středomoravské nivy je významná evropská lokalita Morava - Chropýňský luh. [15]

6.1.4 Pedologické poměry

Povrchové i podzemní odtoky závisí na vlastnostech půdy. V obci jsou převážně fluvizemě, jedná se o mladou půdu vyplňující dno naplavenin říčního a potočního údolí. Dále je zde černozem fluvická, tvořena nivními sedimenty a regozem arenická, tvořena malými ostrůvky. Antropozem vyplňuje dna Troubeckých jezer, jde o půdu vytvořenou člověkem v důsledku těžby, nebo při stavební činnosti. Dále jsou zde půdy hlinité, které jsou vhodné pro zemědělství. (obr č. 18) [24]



Obr. č. 18 Půdní typy na území obce Troubky a blízkého okolí[36]

6.1.5 Hydrologické poměry

6.1.5.1 Vodní tok

Nejdůležitějším vodním tokem pro obec Troubky je řeka Bečva, která protéká kolem obce. Bečva vzniká soutokem Vsetínské a Rožnovské Bečvy u Valašského Meziříčí. Jde o levobřežní přítok řeky Moravy, nacházející se asi 1 km jihozápadně od obce Troubky v nadmořské výšce 195 m.n. m a jde o nejnižší bod jejího povodí. Další parametry řeky jsou uvedené v tabulce č. 3. Po celé své délce řeka není zregulována, proto hrozí záplavy. V Troubkách se z Bečvy odděluje Mala Bečva, která poté ústí do Moštěnky. Jedná se o umělý kanál, odvádějící vodu z obce. V minulosti zajišťoval vodu pro Chropýňský mlýn. [20] [37]

Morava pramení pod Kralickým Sněžníkem. Řeka protéká celou Moravou od severu na jih, tvoří levý přítok Dunaje, parametry řeky jsou uvedeny v tabulce č. 8[37].

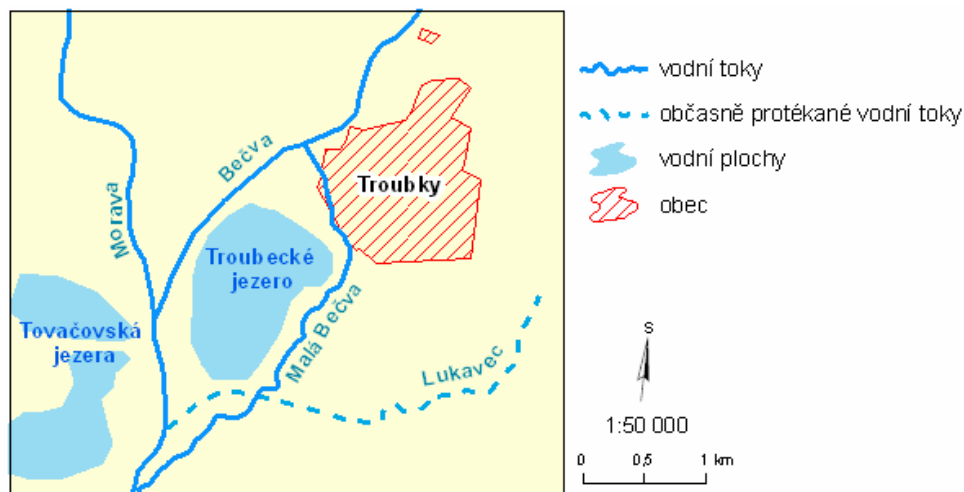
V místě soutoku Moravy s Bečvou přitéká malý přítok říčky Splavskou a v katastru obce se nachází říčka Lukavec, ústící do Malé Bečvy. Jde pouze o strouhu.

Název toku	Číslo hydrologického povodí	Délka toku (km)	Plocha povodí (km ²)	Průtok u ústí (m ³ /s)
Bečva	4-11-02-001	119,6	1625,7	17,5
Malá Bečva	4-12-02-098	16,3	69,5	0,08
Morava	4-10-01-001	353,1	26579,7	120

Tab. č. 8 Charakteristika vodních toků ovlivňujících obec Troubky [18]

6.1.5.2 Vodní plocha

Jihozápadně od obce Troubky se nachází Troubecká jezera, patřící do k. ú Tovačov. Troubecká jezera jsou součástí Tovačovských jezer, kde dochází k těžbě štěrku. Soustava jezer se skládá ze 4 jezer Tovačovských o rozloze 328 ha, z toho Troubecká jezera zabírají 120 ha (obr. č. 19). [38]



Obr.č.19 Vodní toky a vodní plochy v okolí obce Troubky[38]

6.1.6 Klimatické poměry

Obec spadá do oblasti T2 dle klasifikace Quittovy (tab.č.9). Jde o oblast relativně suchou s dlouhými a teplými léty, ale nízkým specifickým odtokem povrchové vody. Zima

je zde krátká, mírně teplá a velmi suchá, s převážně krátkým trváním sněhové pokrývky. Povodňová situace je závislá na srážkách, spadlých v jiné části povodí.

	Referenční období	Průměrná roční teplota (°C)	Průměrný roční úhrn srážek (mm)
ČR	1961-1990	7,3	674
Troubky	1961-2000	8,9	550-600

Tab. č. 9 Srovnání průměrných ročních teplot a průměrný roční úhrn srážek v ČR a obci Troubky [27]

6.1.7 Biografické poměry

Z biogeografického hlediska náleží území obce Troubky do Kojetínského bioregionu. V jižní části obce se nachází Chropyňský luh, který byl vyhlášen v roce 2004 chráněným územím evropského významu NATURA 2000. Předmětem ochrany jsou: smíšené jasanovo-olšové lužní lesy, přirozené eutrofní vodní nádrže a vlhkomilná vysokobylinná lemová společenstva nížin. Jde o lokalitu chráněných druhů živočichů.

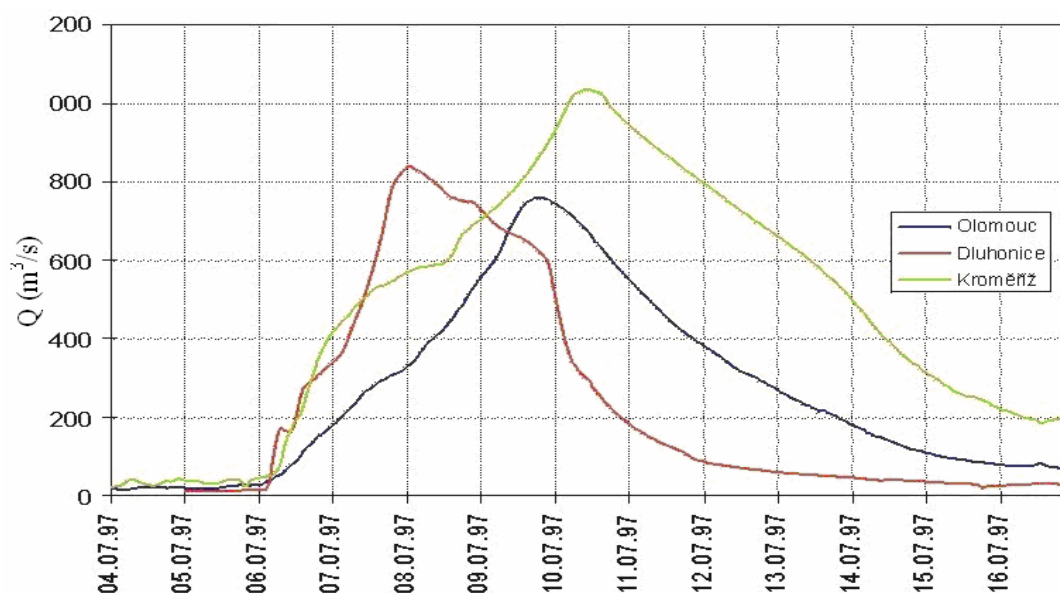
Existence lužních lesů v krajině je důležitá z hlediska retence vody, jsou výborným komplexem pro zadržování vody. V případě zvýšeného průtoku vody a rozlivu mimo koryto, může být faktorem, který ovlivňuje rychlost povodňové vlny. Proto v obci začala výstavba nebo obnova lužních lesů, jako součást protipovodňové ochrany. [28] [13]

6.2 Povodeň 1997

Povodně v červenci 1997 byla největší za poslední dobu, došlo k přepsání maxima průtoku vody, neboť povodně zasáhly velký rozsah území, byly doprovázeny vysokou intenzitou srážek a velikostí kulminačních průtoků, kdy se jednalo o stoletou vodu. Povodeň na obec Troubky směřovala od severovýchodu od města Přerova a skládala se ze dvou rozsáhlých vln s trvalými a intenzivními srážkami. Největší škody pro obec přinesla první vlna, která dorazila v noci, kdy během hodiny došlo k zaplavení větší části obce a vzniku největších škod, které jsou znázorněné na fotografiích (obr.č.33 až č.36) v příloze č. 1.

Při druhé povodňové vlně se řeka Bečva udržela v korytě a v Troubkách nenapáchala další škody. Kritickým místem byl soutok Moravy a Bečvy, kdy došlo ke kulminaci Bečvy o dva dny dříve, než ke kulminaci Moravy. [25]

V obci Troubky se nenachází žádný hlásný profil, proto veškeré údaje jsou brány ze stanice Dluhonice, která se nachází cca 6 km SV od obce Troubky. Průměrný roční stav výšky hladiny vody v korytě řeky Bečvy na stanici v Dluhonicích je 149 cm a průměrný roční průtok je $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$. V období povodně byl úhrn srážek 414 mm, z toho 271 mm dopadlo na sledované území v období první srážkové epizody. Ukazuje se, že během 5 dnů v této oblasti dopadlo na zem víc jak 65 % celoměsíčních srážek. Koeficient odtoku vody z území činí 0,58, který značí, že 56 % spadlých srážek opustilo povodí řeky Bečvy ve sledované oblasti. Objem srážek zde činil 662 mil. m^3 . Standardní průtok v korytě řeky Bečvy je $10\text{--}50 \text{ m}^3/\text{s}$, ale při povodních v červenci 1997 činil $838 \text{ m}^3/\text{s}$. Šlo tedy o stoletou vodu. Ke kulminaci řeky došlo v 10 hodin ráno, kdy výška hladiny vody v korytě řeky dosáhl 779 cm. Při povodních v roce 1997 byla inundace na soutoku Bečvy a Moravy o 100 km^2 s objemem rozlivu vody 100 mil. m^3 . [21] [25] [27]

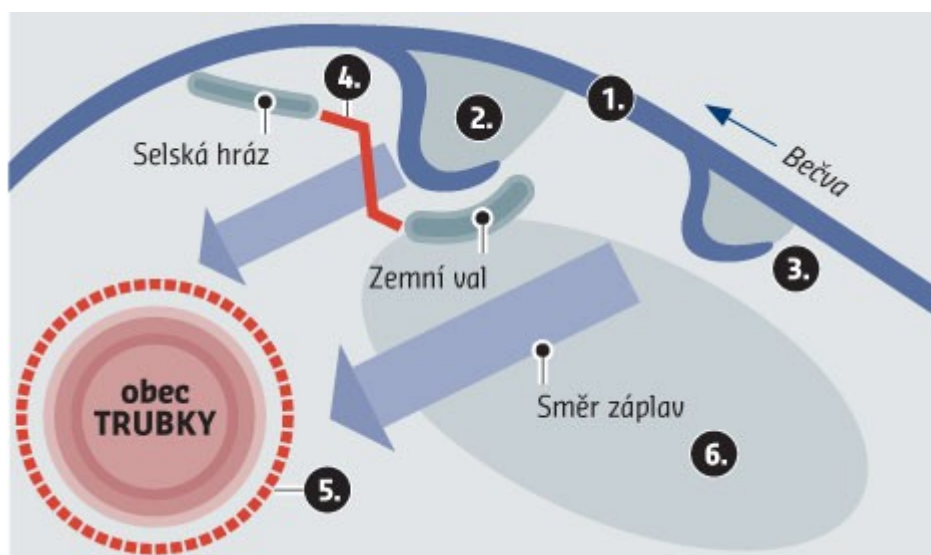


Obr. č. 20 Průběh průtoků v profilech vodoměrných stanic na Moravě a Bečvě [16]

7. NÁVRHY PROTIPOVODŇOVÉHO OPATŘENÍ – OBCE TROUBKY

Ve své teoretické části diplomové práce jsem shrnula veškeré typy protipovodňové ochrany. V této části práce rozpracuji konkrétní PPO obce Troubky. Prvním krokem před zpracováním návrhu PPO je vymezení záplavového území obce, které nám znázorňuje rozlivnou plochu při N-letech. Tento návrh je uveden v příloze č. 4. Obec Troubky má zatím vybudováno částečné PPO pomocí původní selské hráze u řeky Bečvy a nově vystaveného zemního valu, což je znázorněno na obr. č. 18, kde také ještě nalezneme PPO navrhované povodím Moravy. [29]

Cílem diplomové práce je rozpracování a porovnání tří PPO, chránících obec Troubky před velkou vodou. Prvním návrhem, který navrhuje obec Troubky, je dočasné navýšení terénů v lokalitě Závalí, také v této kapitole provedu shrnutí současné ochrany obce. Druhým návrhem, který zpracovalo povodí Moravy, je celkové ohrazení obce pomocí souboru hrází v co nekratší vzdálenosti od obce (obráz. č. 21). Třetím návrhem je částečné ohrazení obce, které jsem rozpracovala ve své diplomové práci.



Obr. č. 21 Situace PPO v obci Troubky [29]

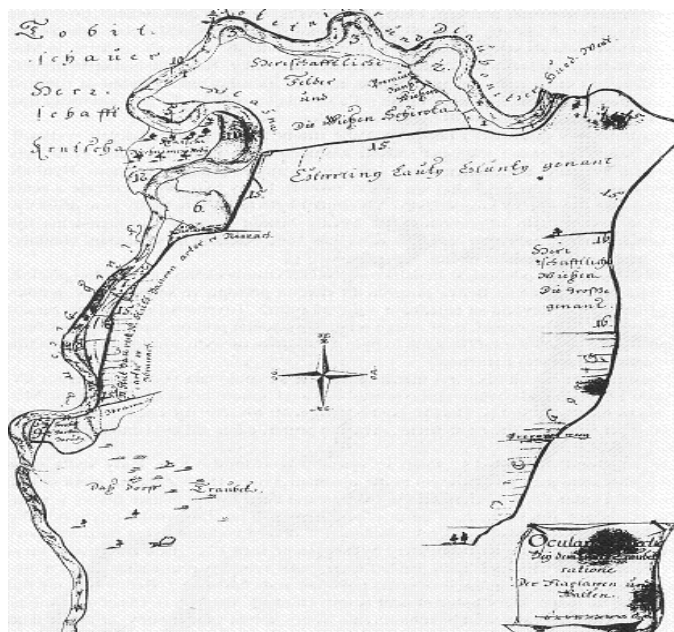
1. řeka Bečva, 2. meandr, který se rozlévá při menších povodních, 3. meandr, který se rozlévá při větších povodních, 4. ochranný val, který si obec vybudovala sama, 5. plánovaná prstencová hráz kolem Troubek dle povodí Moravy, 6. pole, kterými se při povodních valí voda do obce

7.1 Návrh navýšení terénu v lokalitě Závalí - obec Troubky

Na začátku hodnocení tohoto návrhu se zaměřím na současnou protipovodňovou ochranu obce, která se skládá z původní selské hráze a zemního valu. V dalším kroku hodnocení návrhu se zabývám plánem navýšení terénů v lokalitě Závalí, kterou navrhuje obec Troubky. Úkolem mého návrhu bude propojení současného protipovodňového opatření a nově vybudované ochrany pomocí navýšeného terénů.

7.1.1 Současný PPO obce

Obec Troubky leží v terénní depresi rozsáhlého inundačního území nad soutokem Moravy a Bečvy. Obec byla už od roku 1745 opakovaně zaplavována, proto jako první ochranný prvek byl zde vybudován jednoduchý val, který je znázorněn na obrázku č. 22. Val chránil obec ze všech tří stran před velkou vodou. V 18. století byl val postupně rozoráván v důsledku rozvoje nové protipovodňové ochrany (regulace Bečvy). Při povodních v roce 1997 byl val znovu vystaven obyvateli obce, aby částečně ochránil obec před dalšími možnými povodněmi. Val je nyní vybudován v jihovýchodní části obce, je tvořen z humózní hlíny málo zkonsolidované, anebo s obsahem železnatého odpadu. Velkým problémem valu je nedostatečné zhutnění zeminy, proto hrozí rychlé nasycení vodou a následné rozplavení.



Obr.č.22. Plán z roku 1732 zobrazující valy kolem Troubek. [20]

Dalším objektem PPO obce je stávající selská levobřežní hráz, která se nachází na severu obce podél levého břehu Bečvy v délce 1460 m a výšce 2 - 6 m (obr.č.23). V koruně má hráz šířku 4 m, zde je možnost vedení zemědělské komunikace. Hráz je nehomogenního charakteru a proměnlivě propustná. Je tvořena z jemnozrnné zeminy, z fluviálních hlín a někdy i přimíchaného odpadu. Po povodních byla tato hráz velmi zeslabena, nesplňuje potřebnou výšku na stoletou vodu, takže je nutná její oprava a navýšení.



Obr.č.23 Stávající hráz v obci (vlastní fotografie)

7.1.2 Dočasné navýšení terénu v lokalitě Závalí

Základem projektu je navýšení terénu hráze v lokalitě Závalí, která se nachází na staré polní cestě. Navýšená hráz bude pokračovat směrem k stávající hrázi, kde se propojí (obr.č.24). Z druhé strany navýšené hráze dojde k propojení na stávající zemní val. Zavázáním navýšeného terénu vznikne bariéra, bránící průtoku stoleté vody a omezující rozliv v lokalitě Závalí směrem k obci. Při přelítí koruny hráze, hrozí vznik průlomových vln a tím i vznik bleskových povodní. Návrhem navýšení terénu hráze ohraničíme obec ze všech stran. Ze severu bude obec obepínat stávající levobřežní selská hráz, z východní strany pomocí remízku slepého ramene říčky. Ze západní a jižní strany bude obec chráněná dočasným navýšením terénu.



Obr.čč24 Propojení stávající hráze a navýšeného terénu (vlastní fotografie)

Navýšení terénů v lokalitě Závalí musí začít provedením terénních úprav a odebráním vrchní ornice. Následně se provede vyhloubení zavazovacího zubu pod terénem do hloubky 0,8 m, kde se pomocí těchto zubů hráz zaváže do stávající hráze a do zemního valu. Posléze se provede postupné zhutnění nové zeminy ze skývky z lokality štěrkoviště v Tovačově. Po dokončení hutnění hráze se provede vysvahování terénu do sklonu u návodního líce 1:2,5 a 1:2 u vzdušného líce (obr. č.25). Posledním krokem je ohumusování svahu a jeho koruny a osetí travními směsí. Navýšený terén bude dosahovat výšky $Q_{100} + 0,85$, což odpovídá kótě 204,4 m. n. m. Příloha č. 1 obsahuje výkres s návrhem dočasného navýšení terénu v lokalitě Závalí a v příloze č. 3 detailní rozpracování návrhu.



Obr. č.25 Dočasné navýšení hráze v lokalitě Závalí(vlastní fotografie)

Důležitou součástí při ohrazování obce jsou závlahové a odvodňovací kanály, které slouží k odvedení vody z chráněného území. V obci se nachází otevřený odvodňovací kanál, vedoucí podél stávající levobřežní hráze Bečvy, který je nutno rovněž opravit. Odvodňovací kanály v obci jsou svedeny do sběrné nádrže, které jsou umístěny v jižní části obce. Ze sběrných nádrží jsou vody následně odváděny stávajícím odvodňovacím kanálem mimo území obce. Kanály jsou opatřeny stavidly proti vzduť zpětné vody. Kapacita odvodňovacích kanálů je $Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ a více, ale za poslední dobu se značně snížila jejich původní kapacita, proto je nutná jejich oprava. Důležitou součástí odvodňovacího systému jsou závlahové a meliorační potrubí, která se kolmo kříží v jižní části zemního tělesa hráze, proto je nutné v místě křížení provést obetonování.

Pro vyhodnocení účinnosti návrhu byly provedeny výpočty nerovnoměrného neustálého proudění pomocí programu MIKE 11. Výpočty byly provedeny pro hladiny vody dnešního stavu a hladiny stavu s provizorním zvýšením terénu. Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce.č. 10. Tabulka má za úkol vyhodnotit, jaký vliv má provizorních opatření obce při různých stavech průtoku (Q_{20} , Q_{100} , pov. 1997, pov. 2010) a na různých místech řeky Bečvy.

	Bečva lokalita Závalí	Bečva jez v Troubkách	Bečva most	Bečva na soutoku s Moravou
Staničení	5780	1972	1340	0
Q_{20} dnes	203,941	201,146	199,732	198,688
Q_{20} s prov. Hrázi	204,011	201,207	199,802	198,722
Ovlivn. hladiny Q_{20}	0,07	0,061	0,07	0,034
Pov. 2010 dnes	204,071	201,254	199,771	198,625
Pov 2010 s prov. hrázi	204,149	201,29	199,825	198,685

Ovlivn. hladiny pov2010	0,078	0,036	0,054	0,06
Q₁₀₀ dnes	204,313	201,342	200,043	199,006
Q₁₀₀ s prov hrázi	204,376	201,361	200,081	199,05
Ovliv. hladiny Q₁₀₀	0,063	0,019	0,038	0,044
Pov1997 dnes	204,369	201,36	200,138	199,224
Pov1997 s prov hrázi	204,422	201,365	200,171	199,256
Ovliv. hladiny pov1997	0,053	0,005	0,04	0,032

Tab. č.10 Výpočty hladiny v původním korytě a po vybudování navýšení terénu (dle MIKE 11)

Z hodnot uvedených v tab.č.5 mj. vyplývá rozdíl výšky hladiny vody před úpravou PPO obce Troubky a po její realizaci, kdy došlo ke snížení hladiny vody ve všech ukazatelích.

Po navýšeném terénu hrázi nebude voda natékat do obce Troubky přímo, ale zůstane nadále nátokem pod městem Přerov. Tabulka č. 11 nám znázorňuje průtoky při různých stupních povodní na různých úsecích.

	Přítok vody Bečvou od Přerova m³/s	Inundace pod Přerovem směrem k Troubkám odlehčí průtok o m³/s	Vlastní koryto Bečvy u jezu v Troubkách m³/s
Q₂₀	662	24,8	596,3
Q₁₀₀	890	102,7	635,6
Pov.2010	743	45,4	617,6

Pov.1997	930,9	119,8	636,6
-----------------	-------	-------	-------

Tab.č.11 Průtoky po výstavbě provizorní ochrany

7.1.3 Vyhodnocení návrhu

Po shrnutí všech faktů obsažených v tomto návrhu jsem zaznamenala, že se jedná o propojení současného protipovodňového opatření s návrhem spočívající v navýšení terénů v lokalitě Závalí, kdy po uskutečnění obou návrhů dojde ohrazení obce. Tímto opatřením dojde k ochraně obce Troubky ve větší vzdálenosti od obydlené části, kdy se voda začne rozlívát blíže k Přerovu a pozemky v obci nebudou tvořit rozlivnou plochu, jako doposud. Jedná se spíše o dočasné opatření před velkou vodou. Obec bude i nadále zaplavována, návrhem pouze snížíme hladinu vody při povodních a zmenšíme rozlivnou plochu. Při povodních v roce 2010 by se hladina vody snížila o 40 – 50 cm, ale při povodních v roce 1997 by se hladina vody snížila pouze o 6 cm. Tohle opatření také zmenší rozlivnou plochu inundace o 9 ha.

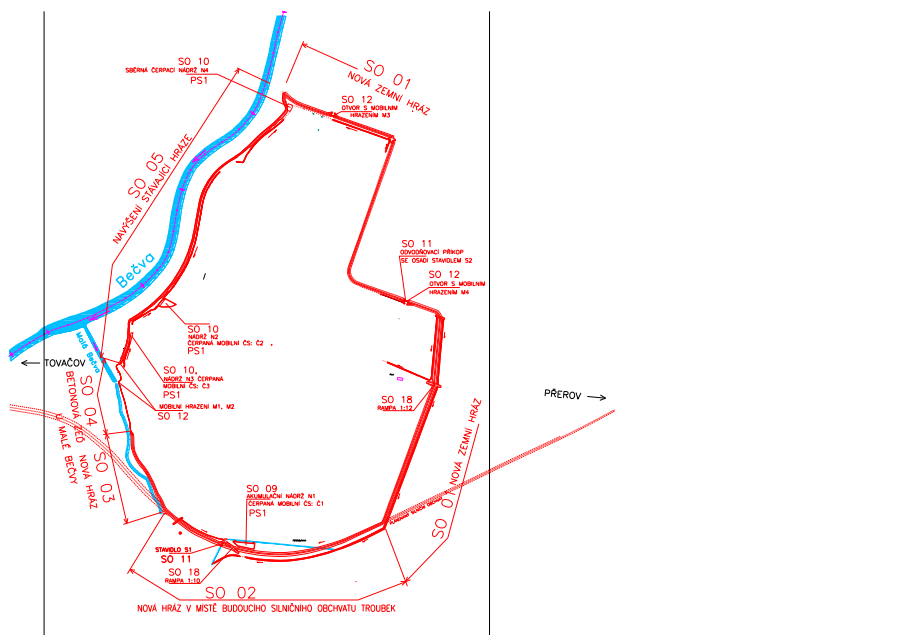
7.2 Návrh PPO obce – povodím Moravy

Další návrh protipovodňové ochrany obce je předložen povodím Moravy, zpracovaný firmou Poyry. Veškeré informace, které jsou uvedené v diplomové práci, jsem čerpala z obsahu návrhu od povodí Moravy. [29]

Návrh protipovodňové ochrany obce Troubky, která byla v roce 1997 zaplavována stoletou vodou ($Q_{100} = 892 \text{ m}^3/\text{s}$), spočívá v celkovém ohrazení zastavěného území obce včetně zemědělských areálů a mezilehlých pozemků. Jedná se o novostavbu, která se skládá z nově vybudovaných zemních hrází a mobilního hrazení skládajícího se z trvalých podzemních částí a demontovatelných nadzemních částí.

V rámci navrhovaného projektu PPO budou vybudované nové hráze kolem obce, které se napojí na opravenou stávající levobřežní hráz Bečvy a Malé Bečvy. K ochraně obce jsou také budovány doplňující stavby, které slouží nejčastěji k odvedení vody ze zasažených oblastí. Podstatou doplňujících staveb jsou souběžné odvodňovací kanály, které zajišťují bezpečné a plynulé převádění rozlitých vod bez zásahů do stávajícího

povodňového režimu. Další doplňující stavební objekty jsou nádrže na odlehčení dešťové vody, protivztlakové studny a další objekty. Miniaturu situace tohoto protipovodňového návrhu nalezneme na obr. č.26 a přehlednější je uvedena v příloze č.5



Obr.č.26 Miniaturní situace návrhu PPO ohrazení obce Troubky

Výstavba PPO bude probíhat v extravilánu a částečně i v intravilánu. Hrázový systém obec obepíná v délce 6164 m. Současně při výstavbě PPO klademe důraz na zachování přirozeného inundačního území na okolních zemědělských pozemcích mimo ohrazení. Tyto pozemky můžeme použít jako rozlivnou plochu povodňového průtoku a zabráníme tak zhoršení odtokových poměrů níže po toku.

KLADY	ZÁPORY
Ochrana ve směru od Bečvy i Moravy	Vysoké náklady pro obec (35 mil. Kč)
Časově nenáročná výstavba	Obavy ze stání vody a spodní vody
Možnost pomoci od armády	Změna krajinného rázu
	Majetkové problémy

Tab. č.12 Kladné a záporné stránky ohrazení obce (vlastní konstrukce)

7.2.1 Objekty liniové PPO v obci – ohrazování

01 Nová zemní hráz

Nová hráz začíná na severu nad obcí, je zavázána do LB hráze Bečvy a táhne se východním směrem podél stávajícího částečně otevřeného odvodňovacího kanálu, kde se později kříží se stávajícím odvodňovacím kanálem. Vybudovávají se zde i mobilní hrazení. Tato navrhovaná hráz bude zakončena na jižní straně obce, kde se napojení na novou hráz provede v místě budoucího silničního obchvatu. Mimo prostor hráze je navržena přeložka závlahového potrubí. Na vzdušné straně se nachází drenážní koberec. Z koruny hráze je veden svislicí těsnicí prvky např. tenkostěnná vibrovaná jílocementová stěna.

Parametry hráze:

- Výška hráze: $Q_{100} + 0,85$ m (2-3 m)
- Délka hráze 2,73 km
- Šířka hráze v koruně: 4 m a na koruně šířka 3 m štěrkodrtí
- Sklon návodní strany 1:2,5 a sklon vzdušné strany 1:2

02 Nová hráz v místě silničního obchvatu

Hráz je navržena v jižní části obce ve stopách budoucího silničního obchvatu, v budoucnu se zde umožní rozšíření jejího násypu z důvodu budování silničního tělesa. Hráz je navržena v délce 1,105 km. Na návodní straně se nachází odvodňovací kanál, který urychluje po povodních odtok rozlitých vod z okolních zemědělských pozemků mimo hrázový systém a zároveň zachovává funkci melioračního opatření na zdejších polích. Nově vybudovaný silniční obchvat bude v budoucnu zapojen do systému PPO a jeho niveleta bude v úrovni koruny ochranné hráze. Parametry hráze jsou stejné, jako hráze 01.

03 Hráz u Malé Bečvy

Jeden konec objektu hráze se dotýká tělesa silničního ochvatu na západní straně obce. Na druhém konci je zavázán do protipovodňové zídky u Malé Bečvy. Délka hráze je 0,413 km a výška 1,6-2,3 m. Další parametry jsou stejné s hrází 01 (obr.č.27).



Obr.č.27 Stávající hráz u Malé Bečvy s oplocením u koruny hráze SO 03(vlastní fotografie)

04 Protipovodňová zídka u Malé Bečvy

Jde o mobilní PPO skládající se z horní a podzemní stavby. Horní stavba je tvořena z protipovodňové železobetonové úhlové zídky, v koruně je zídka opatřena římsou a na vzdušné straně je ozeleněna okrasnými dřevinami. Podzemní stavba jde do hloubky 7,5 m pod úroveň terénu, přičemž je propojena s betonovou základovou spárou v horní části stavby. Zídka je navázána na novou hráz kolem Malé Bečvy a pokračuje k silnici ve směru výjezdu z Troubek, kde je přerušena mobilními hrazeními. Poté pokračuje až k LB hráze Bečvy, kde je zavázána do jejího násypu.

05 Navýšení stávající levobřežní hráze Bečvy

Stávající levobřežní hráz Bečvy je dlouhá 1,46 km, současně je využívána jako protipovodňová ochrana obce (obr.č.29). Tato hráz nesplňuje výšku protipovodňového opatření na stoletou vodu, proto úkolem projektu povodí Moravy je její navýšení na výšku $Q_{100} + 0,85$ m (navýšení hráze o 0,35-0,65 m). Také je nutná oprava hráze, při které použijeme zeminu písčité jílovitou. Hráz bude navázán na novou hráz 01 (obr.č.28) a protipovodňovou zídku Malé Bečvy.



Obr.č.28 Levobřežní hráz Bečvy poblíž místa zavázání do nové hráze SO 01 (vlastní fotografie)



Obr. č. 29 Stávající levobřežní hráz Bečvy a její berma (vlastní fotografie)

07 Příkopy a trubní vedení prosáklé vody z odlehčovacích studní

Pro odvádění prosáklé vody z protivztlakových studní na vzdušné straně PPO, je navržen odvodňovací příkop a trubní vedení prosáklé vody. Příkopy jsou mimo období povodní suché, ale v době povodní jsou vyústěny do stávajících kanálů, vedoucích z obce. Jsou opatřeny stavidlovými uzávěry, které slouží k zabránění zpětnému vzduť vody. Vnitřní odvodňovací příkop je rozmístěn v místech protivztlakových studní. Příkopy jsou ve dně opevněny tvárnicemi a na svazích ohumusovány a osety travou. Odvodňovací příkopy se nachází u hrází 01, 02, 03, 04 a 05.

08 Odlehčovací protivztlakové studny (41 ks)

Studny jsou navrženy za účelem snížení piezometrické výšky v podloží a zabránění hydraulickému prolomení podloží na vzdušné straně linie PPO. Díky protipovodňovým

opatřením dochází k řízenému vysakování a akumulaci vody v čerpacích jímkách, odkud je později voda přečerpávaná do inundace mobilními čerpadly. Z protivztlakových studní můžeme vodu odvádět samospádem do jednotlivých úseků odvodňovacích kanálů obce. Studny jsou navrženy částečné nebo dokonalé na úroveň nepropustného podloží. Studny kolem LB hráze Bečvy jsou navrženy v DN500. Vzdálenost mezi jednotlivými studny je 60 - 110 m s hloubkou 20 m. Na jiných částech PPO jsou studny navrženy v profilu DN200 a ve vzdálenostech 60 -100 m a hloubce 20 m.

09 - 10 Nádrž na jímání prosáklé vody

V obci budou vystaveny 4 nádrže (N1-N4) na jímání prosáklé vody. **N1** bude umístěna na jižním okraji obce. Ústí do ní odlehčovací vody z protivztlakových studní z nové zemní hráze a hráze v budoucím silničním obchvatu. Celkový přítok do nádrže je 839 m³/s za hod a objem nádrže 4000 m³. **N2** je navržena na západním okraji obce. Ústí do ní odlehčovací vody z protivztlakových studní ze stávající LB hráze Bečvy. Celkový přítok nádrže je 1786 m³/ s za hod a objem 3500 m³. **N3** je navržena na západním okraji obce u fotbalového hřiště. Ústí do ní odlehčovací vody z protivztlakových studní ze stávající LB hráze Bečvy. Celkový přítok do nádrže je 0,080 m³/ s za hod a objem nádrže 1000 m³. **N4** je navržena na severozápadním okraji obce. Ústí do ní odlehčovací vody z protivztlakových studní z nové zemní hráze a ze stávající LB hráze Bečvy. Celkový přítok do nádrže je 1094 m³/ s za hod a objem nádrže 1200 m³.

12 Uzávěrová stavidla a uzávěry

Uzávěry slouží k zabránění zpětného vzduť vody do chráněného území z venkovních odvodňovacích kanálů. Uzávěry se u hrázového systému nachází u propusti přes LB hráz Bečvy na severozápadním okraji obce. Další uzávěr je součástí jímací nádrže z důvodu vypouštění dešťové vody.

13 Mobilní hrazení na příjezdu do Troubek

Navrhuje se na místech, kde nemohou být přejezdové rampy z důvodu dispozice okolního prostoru. V lokalitě se nachází mobilní hrazení: **M1** je navrženo v západní části obce. Slouží k přerušení protipovodňové zídky v místě křížení se silnicí. Šířka hrazení je 10,5 m a výška 0,85 m. Přes silnici je zabudován železobetonový trám, na jehož výstavbu

bude využita betonářská výztuž, která je připevněna ke kotevním deskám a která umožňuje osazení mobilních slupic a zasunutí mobilního hradidla. **M2** se má nacházet v místě vjezdu na fotbalové hřiště. Šířka hrazení je 3,5 m a jeho výška 0,9 m. **M3** je navrženo v severním okraji obce, kde přerušuje novou zemní hráz v místě křížení s polní cestou. Šířka hrazení je 7 m a jeho výška 1,9 m. **M4** je navržen v severovýchodní části obce, kde přerušuje polní cestu. Šířka 7 m a výška 2,7 m.

14 Venkovní příkopy a přeložení melioračních svodnic

Pro odvedení rozlitých povodňových vod ze zemědělských pozemků před hrázemi, je na severovýchodním obvodu obce vybudován stávající odvodňovací příkop (obr.č.30). Pro zachování funkčnosti stávajících odvodňovacích a melioračních staveb na zemědělských pozemcích v zátopovém území je na východní straně linie PPO navržen nový otevřený odvodňovací příkop. Do něj budou zaústěny všechny meliorační a odvodňovací kanály z okolních pozemků.



Obr. č.30 Stávající odvodňovací příkop v místě křížení s propustkem přes polní cestu (vlastní fotografie)

Ze severní strany je přiváděn do hrázového systému stávající odvodňovací příkop. V případě povodňového stavu se uzavře. V rámci projektu se příkop zaklene do potrubí DN1000 v místě křížení s novou zemní hrází. V délce 310 m je potrubí zaústěno přes revizní šachtu do stávajícího zaklenutého odvodňovacího potrubí. Současně se provede napojení případných drenů a hlavně dojde k zatěsnění zbytku původního příkopu z důvodů nežádoucích průsaků tělesem příkopu při povodních.

Na východním obvodu linie PPO je vybudován nový odvodňovací příkop, který umožňuje zaústění stávajících melioračních a odvodňovacích staveb. Současně tento odvodňovací kanál umožňuje i rychlejší odvedení rozlitých vod po skončení povodně. Jeho délka je 1880 m. Kanál bude ve dně opevněn příkopovými tvárnicemi

18 Křížení komunikace s hrázovým systémem přejezdové rampy

Pro přejezd stávající komunikace, která se kříží s hrázovým systémem, se navrhují přejezdové rampy. Rampy jsou vystavěny ve sklonu 1:11 někdy 1:15, svahy jsou ohumusovány a osety travou.

7.2.2 Vyhodnocení návrhu

Druhým návrhem protipovodňové ochrany obce je celkové ohrazení ze všech stran pomocí stávající levobřežní hráze, hráze a zídky u Malé Bečvy, hráze v místě budoucího silničního obchvatu a zemní hráze. Tímto opatřením, který navrhuje Povodí Moravy, ale nesouhlasí obyvatelé Troubek z důvodu blízkého ohrazení obce a využití orné půdy a soukromních pozemků jako rozlivnou plochu, která činí asi 700 ha (obr. č.31). Důvodem obav obyvatelů obce je i vliv podzemní vody, kterou by bylo možné velmi obtížně odvézt ze zaplaveného území právě vzhledem k blízkému protipovodňovému ohrazení obce, kdy při povodních v roce 1997 podzemní voda měla vliv na zaplavení obce. Podle návrhu povodí Moravy by podzemní voda byla odváděna pomocí vybudovaných odvodňovacích příkopů (kanálů) a dalších objektů pro odvádění vody (akumulační nádrže, protivztlakové studny, čerpadla atd). Velkým problémem jsou hlavně majetkové neshody a také toto opatření vyžaduje vysoké investiční náklady, na které obec nemá finanční prostředky. Proto je tento návrh momentálně nereálný.



Obr.č.31 Vymezení rozlivné plochy nacházející se nad obcí, kde je v současné době využívána jako orná půda (vlastní fotografie)

7.3 Návrh částečného ohrazení obce Troubky

Třetím návrhem protipovodňové ochrany obce Troubky, je její částečné ohrazení. Návrh má za úkol zabránit rozlivu stoleté vody do osídlených oblastí a dopomoci rychlému odtoku vody z obce do okolního prostoru. Prvním krokem při realizaci tohoto návrhu by mělo být dořešení majetkoprávní situace a zajištění investic pro výstavbu. Ohrazení obce bude zajištěno pomocí stávající levobřežní hráze, hráze, PPO zídky u Malé Bečvy a nové hráze v severní části obce. Levobřežní hráz chrání obec před velkou vodou z řeky Bečvy, hráz a zídka chrání obec před vodou z Malé Bečvy a nová hráz v severní části obce ji chrání před velkou vodou přitékající z polí a řeky Bečvy. V jihovýchodní části obec nebude ohrazena, vznikne zde prostor pro odtok vody. Voda v tomhle místě má sníženou hladinu o 2 m oproti severní části obce, kde dosahuje nejvyšších hodnot. Obec také může být chráněna suchými rameny řeky Bečvy, které mohou být využity jako rozlivná plocha. Zde voda může být zdržena i delší dobu.

V první fázi mého návrhu PPO je proveden popis všech navrhovaných hrází, jejich výstavba a doplňující stavby sloužící k ochraně obce. Hráze budou nejčastěji vytvořeny ze zeminy, skrývky a šterkodrti z blízké pískovny v Tovačově. Hráze budou navrženy na stoletou vodou ($Q_{100} + 0,85$). LB hráz bude opravena a navýšena rovněž na stoletou vodu. Pata hráze bude začínat na kótě asi 201 m.n.m a v koruně hráze bude dosahovat kóty 204 m. n. m.

7.3.1 Hráze systémů protipovodňové ochrany

Hráz u Malé Bečvy

Hráz u Malé Bečvy ohraničuje obec ze západní strany, později bude napojena na protipovodňovou zídku u Malé Bečvy. Hráz je budovaná ze skrývkové zeminy v délce 0,658 km a výšce na $Q_{100} + 0,85$. Jedná se tedy o úroveň koruny ve výšce 1,6 – 2,3 m nad terénem. Šířka hráze v koruně je 4 m, povrch je zpevněn šterkodrtí, sklony hráze návodního líce 1:2,2 a vzdušného líce 1:2, Povrch celé hráze bude ohumusován a oset travou. Na vzdušné straně hráze bude vybudován drenážní koberec pomocí perforovaného drenážního potrubí. V příloze č. 7 nalezneme příční řez hráze.

Protipovodňová zídka u Malé Bečvy

Protipovodňová zídka u Malé Bečvy bude železobetonovou uhlovou zídou, která se později naváže do stávající levobřežní hráze u Bečvy a hráze u Malé Bečvy. Zídka se skládá ze dvou částí, s horní a dolní stavby. Horní stavba je betonová uhlová zídka, opatřena na koruně římsou. Zeď je vystavěna z betonu a může být obložena kamenným obkladem, nebo na vzdušné straně dřevěným obkladem. Podzemní stavba hráze zasahuje do hloubky 7,5 m a bude propojena s betonovou ostruhou se základovou spárou horní stavby. Je vystavěna do výšky $Q_{100} + 0,85$, jedná se o výšku 1,3 - 1,9 m, kdy délka zídky je 0,345 km. Zídka je dvakrát přerušena pomocí mobilního hrazení, v místě výjezdu na komunikaci z obce Troubky na Tovačov a v místě vjezdu na hřiště.

Levobřežní hráz Bečvy

Stávající levobřežní hráz Bečvy je vedena podél toku v délce 1,460 km (obr.č.32). Hráz byla vybudovaná až v pozdější době, ale nebyla navržena na stoletou vodu, proto dalším úkolem návrhu je navýšení a oprava této hráze na $Q_{100} + 0,85$. Jedná se o navýšení hráze o 0,35-0,65 m. Hráz bude vystavěna z písčitých jílu a později ohumusována a oseta trávou. Šířka v koruně hráze je 4 m a její povrch je zpevněn šterkodrti o šířce 3 m. Sklony svahu návodního líce jsou 1:2,5 a vzdušného líce 1:2. V blízkosti paty hráze je stávající odvodňovací příkop. V příloze č. 8 nalezneme příční řez hráze.



Obr. č32 Levobřežní hráz Bečvy v obci Troubky (vlastní fotografie)

Nová zemní hráz

Nová zemní hráz začíná v severní části obce a je zavázaná do LB hráze Bečvy, bude vedena východním směrem až k místu výjezdu z obce Troubky na Přerov. Hráz

začíná u firmy Zeltr v severní části obce a postupuje východním směrem k polní cestě, kde se obě kříží. Místo křížení je řešeno pomocí železobetonového zavazovacího křídla, které je potaženo oboustranným násypem hráze a vlastní křížení přes cestu je řešeno mobilním hrazením. Po tomto přerušení hráz pokračuje k další polní cestě, kde bude opět překřížení, to bude řešeno přejezdným hrazením. Za tímto křížením se hráz otáčí jižním směrem podél polní cesty a otevřeného odvodňovacího kanálu. Hráz bude pokračovat východním až jihovýchodním směrem, kde se opět kříží s polní cestou. Zde se křížení provede pomocí oboustranných nájezdových ramp.

Parametry nové zemní hráze: hráz bude stavěna ze skryvkových materiálů a vhodných hlín z místní lokality. Délka hráze bude 2 km s navrhovanou výš na Q_{100} , která odpovídá úrovni 2 - 3 m nad stávajícím terénem. Šířka v koruně hráze je 4 m a její povrch je zpevněn šterkodrtí ve výšce 3 m, sklony svahu návodního líce jsou 1:2,5 a vzdušného líce 1:2. Hráz bude doplněna těsnicími prvky např. tenkostěnnou vibrovanou jílocementovou stěnou. Tento těsnicí prvek mimo povodně slouží i jako přirozené drénování srážkové vody do řeky Bečvy. Na vzdušné i návodní straně hráze se vybuduje odvodňovací kanály. Drenážní koberec na vzdušné straně bude opatřen perforovaným drenážním potrubím, které bude sveden do odvodňovacího kanálu na této straně hráze. V příloze č. 9 nalezneme příční řez hráze.

7.3.2 Ekonomické vyhodnocení návrhu

Terénní úpravy	925 320 Kč
Zemina	18 903 780 Kč
Skrývka	46 628 Kč
Šterkodrt'	213 164 Kč
Beton	5 482 529 Kč
Dovoz materiálů	45 329 Kč
Drenážní trubky potřebné pro hráze	117 874 Kč
Drenážní trubky v obci	335 000 Kč

Travní porost	46 972 Kč
Výpustní objekt	198 320 Kč
Požerák	164 000Kč
Těsnící prvky	197 102 Kč
Doplňující stavby	3 280 429 Kč
<u>Vedlejší stavební práce</u>	<u>829 029 Kč</u>
Celkové náklady	30 785 476Kč

Celkové náklady na výstavbu návrhu PPO částečně ohrazení obce Troubky byly vypočítány na hodnotu 30 785 476Kč. Cena materiálů (šterků, skřívky a zeminy) byla naúčtována ze šterkoviště v Tovačově a z betonárky v Přerově. Materiály pro výstavbu doplňujících staveb byl nakoupen ve městě Přerov.

7.3.3 Vyhodnocení návrhu

Třetí návrh protipovodňového opatření spočívá v částečném ohrazení obce Troubky pomoci hrází ve větších vzdálenostech od obce. Ohrazení bude tvořena stávající levobřežní hrází Bečvy, hráze a zídky u Malé Bečvy a zemní hráze. Tímto opatřením bude část obce otevřená, což bude umožňovat odvedení vody do okolního pozemku. V tomhle otevřením úseku nám velká voda klesne o 2 m. Tenhle otevření usek se v budoucnu zapojí do liniové PPO, v důsledku výstavby plánovaného silničního obchvatu. Tohle protipovodňové opatření by mělo být investičně méně náročné než návrh dle povodí Moravy.

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je vyhodnocení způsobu protipovodňového opatření pro obec. Tato práce se také zabývá vyhodnocením dopadu povodní na lidské životy, majetek a ŽP. Pro svou práci jsem si vybrala obec Troubky, která je známa opakovanými záplavy a stále nevyřešeným PPO. Obec má zatím k dispozici různé návrhy na PPO, které jsem ve své práci rozpracovala, vyhodnotila a rovněž navrhla vlastní řešení protipovodňové ochrany obce Troubky.

Jedním z návrhů PPO je propojení stávajícího opatření a navrhovaného navýšeného terénu v lokalitě Závalí, kdy nám vznikne ohrazení obce ve větší vzdálenosti od obydlených částí a lokalit obce. Tohle opatření nám obec neochrání ve velké míře, jedná se převážně o provizorní opatření, kde nám PPO pomoci navýšeného terénu obec ochrání převážně v lokalitě Závalí. Obyvatele obce Troubky s tímto návrhem souhlasí, z důvodu že jejich orné pozemky nebudou využívány jako rozlivné plochy. Toto opatření by mělo za úkol odvedení vody od obce Troubky, takže voda by zatopila nejspíš obce ležící blíže k Přerovu (Henčlov). Jedním z kladných prvků PPO je nízké investiční náklady.

Druhý návrh předložený povodím Moravy obsahuje ohrazení obce pomoci hrází stavěné co nejbližší vzdálenosti k obci. Tenhle návrh se skládá z vystavených hrází na levém břehu Bečvy a hrází kolem Malé Bečvy a nově vystavených hrází v severní části obce a protipovodňové zídky u Malé Bečvy. Také v návrzích jsou také rozpracované doplňující stavby (mobilní hrazení, rampy, odvodňovací kanály, protivztlakové studny a další). S tímhle návrhem nesouhlasí obyvatel v důsledcích zničení orných pozemků. Velkou výhodou toho opatření je že města ležící dále po toku Moravy nebudou už v takové míře zaplaveny. Z důvodu toho obyvatelé o tomto návrhu hovoří jako o obětování obce. Tohle opatření bude prozatím nereálné v důsledku vysokých investičních nákladů a nevyřešené majetkové situace. Kladné stránky návrhů nám ukázaly, že je zde dokonale vyřešeno jak protipovodňová ochrana tak ji odvedení vody ze zaplavené oblasti (odvodňovací kanály, protivztlakové studny)

Třetím návrhem je částečně ohrazení obce pomoci stávající levobřežní hráze Bečvy, hráze a zídky u Malé Bečvy a nové zemní hráze. Tímto opatřením bude část obce otevřená, kde bude možné odvedení vody do okolního pozemku. V tomhle otevřeném úseku nám

velká voda klesne o 2 m než na severní straně obce. Pozdější se místo tohoto otevřeného úseku vybuduje silničního obchvat, který můžeme zapojit do liniové PPO. Tohle protipovodňové opatření by mělo být investičně méně náročné než návrh dle povodí Moravy.

Každý z posuzovaných návrhů má své přednosti a zápory. Ve své práci jsem se snažila všechny faktory vyplývající z jednotlivých návrhu posoudit komplexně a ve všech souvislostech, majících vztah k možnosti vlastní realizace těchto návrhů. V případě realizace PPO obce Troubky, vycházejícího z kteréhokoliv návrhu posuzovaného diplomové práci, bude nutné se vypořádat s majetkoprávními problémy a finančním zajištěním celé stavby. Návrh PPO předložený obcí Troubky je z ekonomického hlediska nejvýhodnější, ale nezajišťuje dostatečnou ochranu majetku obce a obyvatel před povodněmi při Q_{100} . Návrh předložený povodím Moravy sice poskytuje dostatečnou ochranu i před povodněmi při Q_{100} , ale kromě toho, že tento návrh je z ekonomického hlediska nejdražší, je rovněž nejproblematictější při majetkoprávním vypořádání potřebných území. Návrh rozpracovaný v mé diplomové práci spojuje výhody v zajištění dostatečné ochrany území obce před povodněmi a současně i ve snížení objemu investičních prostředků, potřebných pro realizaci tohoto třetího návrhu.

Přes veškeré organizační, majetkové a finanční problémy, souvisejí s realizací kteréhokoliv projektu nebo návrhu PPO obce Troubky, je nejdůležitější zajistit dostatečnou ochranu obyvatel obce i jejich majetku před povodněmi, z důvodu snížení majetkových škod, ale zejména ztát na životech, které jsou nenahraditelné a finančně nevyčíslitelné.

9 POUŽITÁ LITERATURA:

[1] Ústav územního rozvoje článek: *Shaping river landscapes – flood protection, low water prevention*. [online]. 2009. [cit.1.4.2012]. Dostupné na: <http://www.uur.cz/knihovna/vyhledavani-v-databazich/hledej.asp?ID=2152&IDkniha=43300>

[2] Hydro Response Ltd Innovative Water Containment Solutions článek *Flood Barriers from Geodesign Barriers* [online]. 2009. [cit.1.4.2012]. Dostupné na: http://www.hydroresponse.com/flood_barrier.htm

[3] Ready Prepare plan Stay Informed [online]. 2009. [cit.1.4.2012]. Dostupné na: <http://www.ready.gov/floods>

[4] *Ústav pro ekopolitiku* [online]. 2006. [cit.1.4.2012]. Dostupné na: <http://ekopolitika.cz/en/publikace/publikace-uep/ochrana-pred-povodnemi-v-bavorsku-poldry/download-2.html>

[5] *Směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik* [online]. 2009. [cit. 16.10.2009]. Dostupné na: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/smernice_2007_60_es/\\$FILE/OOV-2007_60_ES-20071106.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/smernice_2007_60_es/$FILE/OOV-2007_60_ES-20071106.pdf)

[6] *Vodní zákon č. 254/2001 Sb., ve znění zák. 150/2010Sb.* [online]. 2009. [cit. 16.10.2009]. Dostupné na: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/\\$file/150-10.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/$file/150-10.pdf)

[7] *Vyhláška o plánech povodí a o plánech pro zvládání povodňových rizik* [online]. 2009. [cit. 16.10.2009]. Dostupné na: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/6A3F3FC298772DDC12578AA002E7AB7/\\$file/24-11.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/6A3F3FC298772DDC12578AA002E7AB7/$file/24-11.pdf)

[8] JAROMÍR ŘÍHA *Ochranné hráze na vodních tocích*. vyd. Grada publishing,a.s. 2010. 224s ISBN 978-80-247-3570-2

[9] MILOSLAV KONVIČKA a kol. *Město a povodeň- strategie rozvoje měst po povodních*. vyd. ERA group spol. s.r.o. 2001. 219s ISBN 80-86517-38-1

- [10] Prof. Ing. JAN ŠÁLEK, CSc. *Vodní hospodářství krajiny I.* vyd. VUTIUM 1997. 152s ISBN 80-214-0949-5
- [11] JAROMÍR ŘÍHA a kol. *Riziková analýza záplavových území* vyd. Akademickém nakladatelství CERM 2005. 285s ISBN 80-7204-404-4
- [12] Prof. Ing. JAN ŠÁLEK, CSc a kol. *Vodní stavitelství* vyd. VUTIUM 2001. 144s ISBN 80-214-2068-5
- [13] CULEK, Martin (ed.). *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996. 347 s. ISBN 80-85368-80-3.
- [14] ČERMÁK, Václav, et al. *Protipovodňová ochrana Moravy a Bečvy: Koncepce ekologické varianty*. Brno: Unie pro řeku Moravu, 2002. 12 s.
- [15] DEMEK, Jaromír, MACKOVČIN, Petr *Hory a nížiny: zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2006. 580 s. ISBN 80-86064-99-9.
- [16] HLADNÝ, Josef. *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997: souhrnná zpráva projektu*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1998. 163 s.
- [17] CHLUPÁČ, Ivo, et al. *Geologická minulost České republiky. I.* vyd. Praha: Academia, 2002. 436 s. ISBN 80-200-0914-0.
- [18] KESTŘÁNEK, Jaroslav – VLČEK, Vladimír. *Vodní toky a nádrže*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1984. 315 s.
- [19] LANGHAMMER, Jakub (ed.). *Povodně a změny v krajině. Praha: MŽP ČR a Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, 2007. 396 s. ISBN 978-80-86561-86-8*
- [20] LAPÁČEK, Jiří. *Vodní poměry na Troubecku, jez a mosty na Bečvě v Troubkách*. In *Minulost a přítomnost obce Troubky*. 1. vyd. Troubky: Obecní úřad, 1998. Kapitola XIII, s. 228-261.
- [21] MATĚJÍČEK, Josef. *Povodeň v povodí Moravy v roce 1997*. Brno: Povodí Moravy, a.s., 1998. 109 s.
- [22] MUNZAR, Jan – VAISHAR, Antonín (eds.). *Povodně, krajina a lidé v povodí řeky Moravy III.* 1.vyd. Brno: Regiograph, 2001. 108 s.
- [23] NAVRÁTIL, F. *Melioracemi zvýšit úrodnost polí: odvodňovací úpravy na území obce*

[24] TOMÁŠEK, Milan. *Půdy České republiky*. 4. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2007. 67 s. ISBN 978-80-7075-688-1.

Internetové zdroje:

[25] *Obec Troubky – oficiální stránka* [online]. 2009. [cit.16.1.2012]. Dostupné na: <http://www.troubky.cz/>

[26] *Troubecký zpravodaj* [online]. 2009. [cit. 16.1.2012]. Dostupné na:

[27] *ČHMÚ – nový portál* [online]. c1997-2010. [cit. 5.3.2012]. Dostupné na: http://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=307354

[28] *NATURA 2000 – oficiální stránky NATURA 2000 v ČR* [online]. c1997-2010. [cit.6.2.2012]. Dostupné na: <http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=1805>

[29] *POP – Plán oblasti povodí Moravy* [online]. 2009. [cit. 16.1.2012]. Dostupné na: <http://www.pmo.cz/POP-12-2009.asp>

[30] *Noviny idnes* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: http://olomouc.idnes.cz/dokazeme-se-povodni-branit-levneji-odmitaji-troubky-stamilionovy-plan-137-/olomouc-zpravy.aspx?c=A110419_1569238_olomouc-zpravy_sot a další články

[31] *AOPK ČR* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/poldry.html>

[32] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2009. [cit. 16.1.2012]. Dostupné na: http://www.mzp.cz/cz/smernice_2007_60_es

[33] *Povodňový informační systém POVIS* [online]. 2009. [cit. 16.1.2012]. Dostupné na: http://www.povis.cz/html/index.html?download_smernice.htm

[34] *Geologická mapa ČR 1:50 000, list 25-13 Přerov* [online] c2003 [cit. 10.4.2012] Dostupné na: <http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/>

[35] *Mapy - obec Troubky* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: http://www.mapy.cz/#x=16.483395&y=49.448455&z=9&t=s&d=muni_158_1

[36] *Půdní mapa ČR 1:50 000, list 25-13 Přerov*. [online] c2007 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/2513.pdf

- [37] *Encyklopedie – Wikipedia* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana
- [38] *Obec TOVAČOV - oficiální stránka* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: <http://www.tovacov.cz/article/135/cs/Priroda/Jezera>.
- [39] *Katalog společných zařízení pozemkových úprav* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: <http://www.la-ma.cz/ksz/najdi-zarizeni/zobraz/201>
- [40] *Mapy centrum* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: <http://amapy.centrum.cz>
- [41] *Soutěž společné zařízení roku* [online] 2012 [cit. 11.4.2012] Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/soutez_nrsz/cz/vysledky-souteze/rocnik-2007.html
- [42] *Technet – noviny idnes PPO v Praze* [online] 2012 [cit. 18.4.2012] Dostupné z: http://technet.idnes.cz/povoden-nema-v-praze-sanci-jak-funguji-protipovodnova-opatreni-pss-/tec_reportaze.aspx?c=A060403_174657_tec_checktech_vse
- [43] *Top centrum* [online] 2012 [cit. 21.4.2012] Dostupné z: <http://www.topcentrum.cz/vyrobyky-pro-hasice-armadu-a-zachranare/protipovodnove-steny>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Otevřený odvodňovací příkop - Znojmo

Obr. č. 2 Lužní les

Obr. č. 3 Hranice mezinárodních povodí Dunaje, Odry a Labe v České republice

Obr. č. 4 Definice pojmu: trvale bydlící osoby dotčené povodňovým nebezpečím (a) a majetek dotčený povodňovým nebezpečím (b)

Obr. č. 5 Identifikace území s významným povodňovým rizikem na základě kombinování kritérií

Obr. č. 6 Revitalizace řeky Bečvy kolem obce Troubky

Obr. č. 7 Suchý poldr

Obr. č. 8 Rozdělení prostoru ochranné nádrže

Obr. č. 9 Protipovodňový zemní val

Obr. č. 10 Příčný řez homogenit hráze

Obr. č. 11 Příčný řez nehomogenní hráze

Obr. č. 12 Pryžové protipovodňové vaky

Obr. č. 13 Mobilní hrazení ve městech

Obr. č. 14 Oblast výstavby poldru Riedensheim

Obr. č. 15 Objekty poldru Riedensheim

Obr. č. 16 Obec Troubky

Obr. č. 17 Geologická stavba obce Troubky a okolí

Obr. č. 18 Půdní typy na území obce Troubky a okolí

Obr. č. 19 Vodní toky a vodní plochy v okolí Troubky

Obr. č. 20 Průběh průtoku v profilech vodoměrných stanicí na Moravě a Bečvě

Obr. č. 21 Situace PPO v obci Troubky

Obr. č. 22 Plán valu z roku 1732

Obr. č. 23 Stávající hráz v obci

Obr. č. 24 Propojení stávající hráze a navýšeného terénu v lokalitě Závalí

Obr. č. 25 Dočasné navýšení terénu v lokalitě Závalí

Obr. č. 26 Situace návrhu PPO dle Povodí Moravy

Obr. č. 27 Stávající hráze u Malé Bečvy

Obr. č. 28 Levobřežní hráz Bečvy

Obr. č. 29 Levobřežní hráz Bečvy

Obr. č. 30 Stávající odvodňovací příkop

Obr. č. 31 Vymezení rozlivné plochy na orné půdě

Obr. č. 32 Levobřežní hráze Bečvy

Obr. č. 33 Letecký snímek obce Troubky při povodních v roce 1997

Obr. č. 34 Letecký snímek obce Troubky při povodních v roce 2010

Obr. č. 35 Porovnání části obce zdevastované povodněmi a jejích pozdější oprava

Obr. č. 36 Porovnání části obce zdevastované povodněmi a jejích pozdější oprava

11 SEZNAM TABULEK

Tab. č.1 Průtoky N-let na řece Bečvě

Tab. č.2 Kritéria jednotlivých povodňových situací

Tab. č.3 Míra poškození typového objektu [%] – únosného podloží

Tab. č.4 Míra poškození typového objektu [%] – neúnosného podloží

Tab. č.5 Příklad výpočtu míry poškození

Tab. č.6 Škody na vybraných zemědělských plodinách vlivem zaplavení

Tab. č.7 Geomorfologická jednotka území Troubky

Tab. č.8 Charakteristika vodních toků ovlivňujících obec Troubky

Tab. č.9 Srovnání průměrných ročních teplot a průměrný roční úhrn srážek v ČR a v obci Troubky

Tab. č.10 Výpočty hladiny v původním korytě a po vybudování navýšení terénu

Tab. č.11 Průtoky po výstavbě provizorní ochrany

Tab. č.12 Kladné a záporné stránky ohrazení obce

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Návrh PPO navýšení terénu v lokalitě Závalí

Příloha č. 2 - Fotodokumentace – povodně 1997

Příloha č. 3 – Katastrální situace návrhu navýšení terénu v lokalitě Závalí

Příloha č. 4 (AZ. 12) - Mapa záplavového území soutok Moravy a Bečvy

Příloha č. 5 (D.11) – Situace liniového ohrazování obce a příčné řezy stávající hráz

Příloha č. 6 – Situace návrhu PPO částečné ohrazení obce

Příloha č. 7 Příční řez hráze 01

Příloha č. 8 Příční řez hráze 05

Příloha č. 9 Příční řez hráze 03

PŘÍLOHA Č. 2 - FOTODOKUMENTACE



Obr. č.33 Letecký snímek obce Troubky při povodních v roce 1997 [26]



Obr.č. 34 Letecký snímek obce Troubky při povodních v roce 1997 [26]



Obr.č.35 Porovnání části obce zdevastované povodněmi a její pozdější oprava [26]



Obr.č. 36 Porovnání části obce zdevastované povodněmi a její pozdější oprava [26]